

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION  
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)(19) Organisation Mondiale de la Propriété  
Intellectuelle  
Bureau international(43) Date de la publication internationale  
31 décembre 2003 (31.12.2003)

PCT

(10) Numéro de publication internationale  
WO 2004/001786 A2(51) Classification internationale des brevets<sup>7</sup> : H01J 17/00(21) Numéro de la demande internationale :  
PCT/EP2003/050243

(22) Date de dépôt international : 19 juin 2003 (19.06.2003)

(25) Langue de dépôt : français

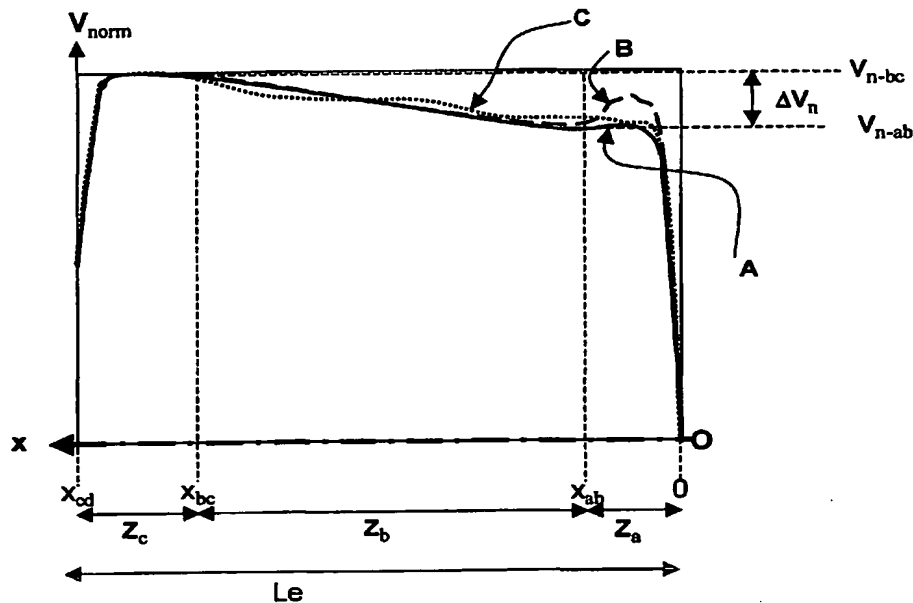
(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :  
02 08094 24 juin 2002 (24.06.2002) FR(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) : THOM-  
SON PLASMA S.A.S. [FR/FR]; 46, quai Alphonse Le  
Gallo, F-92100 Boulogne Billancourt (FR).

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) : TESSIER,  
Laurent [FR/FR]; 4, rue Gabriel Peri, F-38600 Fontaine  
(FR). LACOSTE, Ana [FR/FR]; 44, avenue Général  
Leclerc, F-38950 St. Martin Le Vinoux (FR).(74) Mandataire : BROWAEYS, Jean-Philippe; Thomson,  
Patents, 46, quai Alphonse Le Gallo, F-92648 Boulogne  
cedex (FR).(81) États désignés (national) : AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ,  
BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ,  
DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,  
HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK,  
LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX,  
MZ, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD,

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: COPLANAR DISCHARGE FACEPLATES FOR PLASMA DISPLAY PANEL PROVIDING ADAPTED SURFACE  
POTENTIAL DISTRIBUTION(54) Titre : DALLE DE DECHARGES COPLANAIRES POUR PANNEAU DE VISUALISATION A PLASMA APPORTANT  
UNE DISTRIBUTION DE POTENTIEL DE SURFACE ADAPTEE.

(57) Abstract: The invention concerns a faceplate (1) comprising, for each discharge zone (3), at least two electrode elements (4, 4') having an axis of symmetry Ox and which are adapted such that the surface potential V(x) measured at the dielectric layer surface covering said elements increases, away from the edge of the discharge elements, continuously or discontinuously, without decreasing portion, when a constant potential difference is applied between the two electrodes serving said discharge zone, thereby substantially enhancing the panel luminous efficacy.

[Suite sur la page suivante]



SE, SG, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

- (84) États désignés (régional) : brevet ARIPO (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), brevet eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), brevet européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), brevet OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée :

— sans rapport de recherche internationale, sera republiée dès réception de ce rapport

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.

(57) Abrégé : Cette dalle (1) comprend, pour chaque zone de décharge (3), au moins deux éléments d'électrodes (4,4') qui présentent un axe de symétrie  $Ox$  et qui sont adaptés pour que le potentiel de surface  $V(x)$  évalué à la surface de la couche diélectrique recouvrant ces éléments croisse, en s'éloignant du bord de décharge des éléments, d'une manière continue ou discontinue, sans partie décroissante, lorsqu'on applique une différence de potentiel constante entre les deux électrodes desservant ladite zone de décharge. On améliore sensiblement le rendement lumineux du panneau.

## DALLE DE DECHARGES COPLANAIRES POUR PANNEAU DE VISUALISATION A PLASMA APPORTANT UNE DISTRIBUTION DE POTENTIEL DE SURFACE ADAPTEE.

En référence aux figures 1A et 1B, l'invention concerne la délimitation de zones d'allumage, d'expansion et de stabilisation des décharges dans les différentes cellules ou zones de décharges d'un panneau de visualisation à plasma.

Un panneau à plasma est généralement doté d'au moins un premier et un second réseau d'électrodes coplanaires dont les directions générales sont parallèles, où chaque électrode Y du premier réseau est adjacente à une électrode Y' du second réseau, est appariée à elle, est destinée à desservir un ensemble de zones de décharges, et comprend, pour chaque zone de décharge desservie :

- une zone conductrice  $Z_a$  dite d'allumage de décharge qui comprend un bord d'allumage faisant face à ladite électrode du second réseau,
- une zone conductrice  $Z_b$  dite d'expansion de décharge située en arrière de la zone conductrice d'allumage à l'opposé dudit bord d'allumage,
- une zone conductrice  $Z_c$  dite de stabilisation ou de fin de décharge située en arrière de la zone conductrice d'expansion qui comprend un bord de fin de décharge qui délimite ledit élément à l'opposé dudit bord d'allumage.

La définition de ces trois zones sera complétée ultérieurement en relation avec le déplacement de la gaine cathodique.

Ces dalles servent à la fabrication de panneaux à plasma classiques du type comprenant une dalle 11 de décharges coplanaires du type précédemment cité et une autre dalle 12 dotée d'un réseau d'électrodes d'adressage, ménageant entre elles un ensemble bidimensionnel rassemblant lesdites zones de décharge remplies d'un gaz de décharge.

Chaque zone de décharge est positionnée à l'intersection d'une électrode d'adressage X et d'une paire d'électrodes de la dalle de décharges coplanaires Y, Y'; chaque ensemble de zones de décharges desservies par une même paire d'électrodes correspond en général à une ligne horizontale de

zones de décharges ou de sous-pixels du panneau ; chaque ensemble de zones de décharges desservies par une même électrode d'adressage correspond en général à une colonne verticale de zones de décharges ou de sous-pixels.

Les réseaux d'électrodes de la dalle de décharges coplanaires sont revêtues d'une couche diélectrique 13 pour apporter un effet mémoire, elle-même revêtue d'une couche 14 de protection et d'émission d'électrons secondaires, généralement à base de magnésie.

Les zones de décharge adjacentes, au moins celles qui émettent des couleurs différentes, sont généralement délimitées par des barrières horizontales 15 et/ou verticales 16 ; ces barrières servent généralement aussi d'espaceurs entre les dalles.

La cellule représentée aux figures 1A et 1B est de forme rectangulaire ; d'autres géométries de cellules sont divulguées par l'art antérieur ; la plus grande dimension de cette cellule s'étend parallèlement aux électrodes d'adressage X ; soit Ox l'axe longitudinal de symétrie de cette cellule ; au niveau de chaque zone de décharge desservie par une paire d'électrodes qui forme une cellule de décharge, les portions ou éléments d'électrodes Y, Y' délimitées par les barrières 15, 16 présentent ici une largeur constante mesurée dans la direction perpendiculaire à l'axe Ox.

Les parois des zones de décharges lumineuses sont généralement revêtues partiellement de luminophores sensibles au rayonnement ultraviolet des décharges lumineuses ; des zones de décharge adjacentes sont dotées de luminophores émettant des couleurs primaires différentes, de sorte que l'association de trois zones adjacentes forme un élément d'image ou pixel.

Lors du fonctionnement, pour visualiser une image, par exemple d'une séquence vidéo :

- à l'aide du réseau d'électrodes d'adressage et de l'un des réseaux d'électrodes coplanaires, on adresse successivement chaque ligne du panneau en déposant des charges électriques sur la zone de couche diélectrique de chaque zone de décharge de cette ligne qui a été présélectionnée et dont le sous-pixel correspondant doit être activé pour visualiser l'image ;

- puis, en appliquant des séries d'impulsions de tension d'entretien entre les électrodes des deux réseaux de la dalle de décharges coplanaires, on produit des décharges uniquement dans les zones préalablement chargées, ce qui active les sous-pixels correspondants et permet la visualisation de l'image.

La figure 15 du document EP0782167 – PIONEER et la figure 3A ci-après présentent une dalle de décharges coplanaires du type précédemment cité où, au niveau de chaque zone de décharge desservie par une paire d'électrodes, chaque électrode de cette paire comprend un élément en forme de T comprenant une barre transversale 31 faisant face à l'autre électrode et un jambage central de largeur constante 32; chaque élément d'électrode est relié électriquement par un bus conducteur 33 par le pied de son jambage central.

Chaque barre transversale 31 d'un élément d'électrode forme une zone d'allumage de décharge  $Z_a$ , chaque jambage central 32 forme une zone d'expansion de décharge  $Z_b$ , et chaque barre transversale 33 peut former une zone de stabilisation de décharge  $Z_c$ ; en effet, en fonctionnement, pendant les phases d'entretien, chaque décharge démarre au niveau d'un des bords dit d'allumage de la barre transversale 31, puis s'étend le long du jambage 32 correspondant jusqu'au bus 33 auquel il est connecté.

Une variante de la forme en T est représentée à la figure 14 du même document EP0782167 -PIONEER: il s'agit de la forme en U renversé qui présente deux jambages latéraux (au lieu d'un central) perpendiculaires à la même barre transversale d'allumage que précédemment, qui sont reliés chacun à une extrémité de cette barre; après allumage, la décharge se subdivise et s'étend alors selon deux trajectoires latérales d'expansion parallèles correspondant chacun à un jambage du U renversé, les deux trajectoires se réunissant au niveau du bus conducteur de l'électrode.

Selon une autre variante décrite dans le document EP0802556 – MATSUSHITA, notamment à la figure 9 et reproduite sur la figure 4A ci-après, chaque jambage latéral de U 42a, 42b est partagé entre deux cellules adjacentes et les barres transversales des éléments de la même électrode forment un conducteur continu, de sorte que chaque électrode coplaire a une forme d'échelle, dont un premier montant sert de zone d'allumage  $Z_a$ , dont les

barreaux sont positionnés en limite de zone de décharge et servent de zones d'expansion des décharges  $Z_b$ , et dont un deuxième montant sert de zone de stabilisation  $Z_c$ .

Un tel processus d'étalement des décharges le long d'une zone d'expansion formant une portion d'électrode est favorable au rendement de production de rayonnement ultraviolet des décharges et à une distribution plus large des surfaces de luminophores excités.

L'invention a pour but de définir un nouveau type de cellule de panneau à plasma à décharges coplanaires qui permette d'améliorer davantage et de manière optimale le rendement lumineux des décharges et la durée de vie d'un panneau à plasma.

A cet effet, l'invention a pour objet une dalle de décharges coplanaires pour délimiter des zones de décharges dans un panneau de visualisation à plasma, qui comprend :

- au moins un premier et un second réseaux d'électrodes coplanaires qui sont revêtues d'une couche diélectrique et dont les directions générales sont parallèles, où chaque électrode du premier réseau est adjacente à une électrode du second réseau, est appariée à elle, est destinée à desservir un ensemble de zones de décharges,
- pour chaque zone de décharge, au moins deux éléments d'électrodes ayant un axe commun de symétrie longitudinale  $Ox$ , chacun connecté à une électrode d'une paire,

caractérisée en ce que, pour chaque élément d'électrode de chaque zone de décharge, le point  $O$  de l'axe  $Ox$  étant situé sur un bord dit d'allumage dudit élément d'électrode faisant face à l'autre élément d'électrode de ladite zone de décharge et l'axe  $Ox$  étant orienté en direction d'un bord dit de fin de décharge délimitant ledit élément à l'opposé dudit bord de décharge et positionné en  $x=x_{cd}$  sur l'axe  $Ox$ , la forme dudit élément d'électrode, l'épaisseur et la composition de ladite couche diélectrique sont adaptés pour qu'il existe un intervalle  $[x_{ab}, x_{bc}]$  de valeurs de  $x$  tel que  $x_{bc}-x_{ab} > 0,25 x_{cd}$ ,  $x_{ab} < 0,33 x_{cd}$ ,  $x_{bc} >$

0,5  $x_{cd}$  et tel que le potentiel de surface  $V(x)$  croisse en fonction de  $x$  d'une manière continue ou discontinue, sans partie décroissante, d'une valeur  $V_{ab}$  à une valeur supérieure  $V_{bc}$  dans ledit intervalle  $[x_{ab}, x_{bc}]$  lorsqu'on applique une différence de potentiel constante entre les deux électrodes desservant ladite zone de décharge, ayant un signe adapté pour que ledit élément d'électrode joue le rôle de cathode.

Quand l'élément d'électrode joue le rôle de cathode, la surface de la couche diélectrique qui le recouvre se charge positivement.

Le potentiel de surface  $V(x)$  croît donc de manière continue ou discontinue par sauts, de  $x=x_{ab}$  à  $x=x_{bc}$ ; la dérivée de ce potentiel en fonction de  $x$ , soit  $dV(x)/dx$ , est donc positive ou nulle quel que soit  $x_{ab} < x < x_{bc}$ .

De préférence, pour chaque zone de décharge, les deux éléments d'électrode opposés et la couche diélectrique sous-jacente sont identiques et symétriques par rapport au centre de l'espace inter-électrode.

Lorsque cette dalle est intégrée à un panneau à plasma et qu'on applique entre les deux réseaux d'électrodes des séries d'impulsions d'entretien à paliers constants, pour chaque zone de décharge, chacun des deux éléments d'électrode sert alternativement d'anode et de cathode.

D'une manière classique, chaque décharge d'entretien coplanaire dans ce panneau comprend alors successivement une phase d'allumage, une phase d'expansion, et une phase de fin de décharge ou de stabilisation pendant laquelle la gaine cathodique de la décharge respectivement ne se déplace pas, se déplace, disparaît ou se stabilise.

Chaque élément d'électrode de chaque zone de décharge dans ce panneau comprend alors classiquement :

- une **zone conductrice d'allumage** de décharge  $Z_a$  qui comprend ledit bord d'allumage, et qui correspond à la zone de la couche diélectrique sur laquelle les ions d'une décharge se déposent pendant ladite phase d'allumage lorsque ledit élément joue de rôle de cathode,
- une **zone conductrice d'expansion de décharge**  $Z_b$  située en arrière de ladite zone d'allumage  $Z_a$  à l'opposé dudit bord d'allumage, et qui correspond à la zone de la couche diélectrique balayée par le déplacement de la gaine

cathodique pendant ladite phase d'expansion lorsque ledit élément joue de rôle de cathode,

- une zone conductrice de fin de décharge ou de stabilisation  $Z_c$  située en arrière de ladite zone d'expansion  $Z_b$  qui comprend ledit bord de fin de décharge et qui correspond à la zone de la couche diélectrique sur laquelle les ions d'une décharge se déposent pendant ladite phase de fin de décharge ou de stabilisation lorsque ledit élément joue de rôle de cathode.

Selon l'invention, l'intervalle  $[x_{ab}, x_{bc}]$  délimite sur ledit élément d'électrode ladite zone d'expansion  $Z_b$  qui représente au moins 25% de la longueur totale  $L_e = x_{cd}$  de l'élément d'électrode.

Grâce à l'invention, à chaque impulsion d'entretien, avant même l'allumage d'une décharge, on obtient, pour chaque élément d'électrode de chaque zone de décharge dans ce panneau, le long de l'axe Ox, une distribution croissante de potentiel en fonction de x à la surface de la couche diélectrique recouvrant la zone d'expansion de cet élément d'électrode lorsqu'il sert de cathode pendant ladite impulsion.

De tels éléments d'électrodes et la couche diélectrique sous-jacente permettent aux décharges d'entretien de s'étaler rapidement de la zone d'allumage jusqu'à la zone de fin de décharge ou de stabilisation, avec un minimum de dissipation d'énergie dans la zone d'allumage, et un maximum de dissipation d'énergie dans la zone de fin de décharge à haut rendement, tout en utilisant des générateurs d'entretien classiques délivrant, entre les électrodes des différentes paires, des séries classiques d'impulsions de tension d'entretien, où chaque impulsion comprend un palier de tension constante, sans augmentation prononcée du potentiel électrique appliqué.

En résumé, l'invention a pour objet une dalle de décharges coplanaires pour panneau de visualisation à plasma qui comprend, pour chaque zone de décharge, au moins deux éléments d'électrodes qui présentent un axe de symétrie Ox et qui sont adaptés pour que le potentiel de surface  $V(x)$  évalué à la surface de la couche diélectrique recouvrant ces éléments croisse, en s'éloignant du bord de décharge des éléments, d'une manière continue ou discontinue, sans partie décroissante, lorsqu'on applique une différence de



potentiel constante entre les deux électrodes desservant ladite zone de décharge.

Une dalle coplanaire selon l'invention permet d'obtenir des panneaux à plasma à rendement lumineux et durée de vie améliorés.

De préférence, quels que soient  $x$  et  $x'$  choisis entre  $x_{ab}$  et  $x_{bc}$  tels que  $x'-x = 10 \mu\text{m}$ , on a  $V_{\text{norm}}(x') - V_{\text{norm}}(x) > 0,001$ .

De préférence, le potentiel de surface normé  $V_{\text{norm}}(x)$  étant défini comme le rapport entre le potentiel de surface  $V(x)$  à un niveau  $x$  de la couche diélectrique pour l'élément d'électrode considéré et le potentiel maximum  $V_{o\text{-max}}$  que l'on obtiendrait le long de l'axe  $Ox$  pour un élément d'électrode de largeur infinie, le potentiel normé de surface  $V_{\text{norm}}(x)$  croissant d'une valeur  $V_{n\text{-}ab} = V_{ab}/V_{o\text{-max}}$  au début  $x=x_{ab}$  dudit intervalle à une valeur  $V_{n\text{-}bc} = V_{bc}/V_{o\text{-max}}$  à la fin  $x=x_{bc}$  dudit intervalle, on a :

$$V_{n\text{-}bc} > V_{n\text{-}ab}, V_{n\text{-}ab} > 0,9, \text{ et } (V_{n\text{-}bc} - V_{n\text{-}ab}) < 0,1.$$

Dans un panneau à plasma auquel cette dalle coplanaire serait intégré, par définition de  $V_{\text{norm}}(x)$ , le potentiel normé de surface du diélectrique au niveau de la fin de zone d'expansion et de la zone de stabilisation sera généralement proche de 1, le bus de l'électrode auquel est raccordé l'élément d'électrode considéré correspondant à une zone de largeur quasi-infinie de l'élément d'électrode à cet endroit ; dans la zone d'allumage ou en début de zone d'expansion, il importe que la tension normée de surface de la couche diélectrique soit aussi proche que possible de 1, en pratique de l'ordre de 0,95 ; un écart important à cette valeur 1, comme par exemple 0,8, signifierait une augmentation de la tension réelle d'allumage, qui est toujours pénalisante car elle nécessite des composants électroniques plus onéreux ; ainsi, la limite inférieure de  $V_{n\text{-}ab}$  et la limite supérieure de la différence de potentiel  $\Delta V_n = V_{n\text{-}bc} - V_{n\text{-}ab}$  ont pour objet de limiter l'augmentation pénalisante de la différence de potentiel à appliquer entre les éléments d'électrode d'une même cellule pour obtenir l'allumage des décharges lorsque la dalle coplanaire selon l'invention est intégrée à un panneau à plasma.

De préférence, dans les mêmes conditions d'application de différence de potentiel entre lesdites électrodes, le potentiel maximum dans la zone de surface de couche diélectrique qui recouvre ledit élément et qui est délimitée

par ledit bord de fin de décharge où  $x=x_{cd}$  et la position  $x=x_{bc}$  est strictement supérieur au potentiel maximum de la zone de surface de la couche diélectrique qui recouvre ledit élément et qui est délimitée par ledit bord d'allumage où  $x=0$  et la position  $x=x_{ab}$ .

Lorsque cette dalle est intégrée à un panneau à plasma et qu'on applique entre les deux réseaux d'électrodes des séries d'impulsions d'entretien à paliers constants, pour chaque zone de décharge, on constate alors que, à chaque impulsion d'entretien, avant même l'allumage d'une décharge, le potentiel maximum de la surface de la couche diélectrique située dans la zone d'allumage  $Z_a$  est strictement inférieur au potentiel maximum de la surface de la couche diélectrique dans la zone de stabilisation  $Z_c$ .

Grâce à cette caractéristique, le point de fonctionnement stable de la décharge ne peut pas être la zone d'allumage une fois la décharge amorcée, et, une fois amorcée, la décharge s'étale forcément dans la zone d'expansion le long de la surface de la couche de diélectrique vers le bord de fin de décharge.

L'invention a également pour objet un panneau à plasma doté d'une dalle coplanaire selon l'invention.

L'invention a également pour objet une dalle de décharges coplanaires pour délimiter des zones de décharges dans un panneau de visualisation à plasma, qui comprend :

- au moins un premier et un second réseaux d'électrodes coplanaires qui sont revêtues d'une couche diélectrique et dont les directions générales sont parallèles, où chaque électrode du premier réseau est adjacente à une électrode du second réseau, est appariée à elle, est destinée à desservir un ensemble de zones de décharges,
- pour chaque zone de décharge, au moins deux éléments d'électrodes ayant un axe commun de symétrie longitudinale  $Ox$ , chacun connecté à une électrode d'une paire,  
caractérisée en ce que,

pour chaque élément d'électrode de chaque zone de décharge, le point  $O$  de l'axe  $Ox$  étant situé sur un bord dit d'allumage dudit élément d'électrode faisant face à l'autre élément d'électrode de ladite zone de décharge et l'axe  $Ox$

étant orienté en direction d'un bord dit de fin de décharge délimitant ledit élément à l'opposé dudit bord de décharge et positionné en  $x=x_{cd}$  sur l'axe Ox,

la capacité longitudinale spécifique  $C(x)$  de la couche diélectrique de la dalle coplanaire étant définie comme la capacité d'un barreau élémentaire rectiligne de cette couche, délimité entre ledit élément d'électrode et la surface de la couche diélectrique, positionné en  $x$  sur l'axe Ox, ayant une longueur  $dx$  le long de cet axe Ox et une largeur correspondant à celle de l'élément d'électrode délimitant ledit barreau élémentaire,

la forme dudit élément d'électrode, l'épaisseur et la composition de ladite couche diélectrique sont adaptés pour qu'il existe un intervalle  $[x_{ab}, x_{bc}]$  de valeurs de  $x$  tel que  $x_{bc}-x_{ab} > 0,25 x_{cd}$ ,  $x_{ab} < 0,33 x_{cd}$ ,  $x_{bc} > 0,5 x_{cd}$  et tel que cette capacité longitudinale spécifique  $C(x)$  de la couche diélectrique croît d'une manière continue ou discontinue, sans partie décroissante, d'une valeur  $C_{ab}$  au début  $x=x_{ab}$  dudit intervalle à une valeur  $C_{bc}$  à la fin  $x=x_{bc}$  dudit intervalle.

On obtient ainsi une dalle coplanaire à distribution croissante du potentiel de surface de la couche diélectrique.

La largeur  $W_e(x)$  ou  $W_a(x)$  de l'élément d'électrode délimitant ledit barreau élémentaire rectiligne peut être discontinue, par exemple lorsque ledit élément est subdivisé en deux éléments conducteurs latéraux ; on prend alors la somme de la largeur de chaque élément conducteur latéral.

De préférence, la capacité de la portion de couche diélectrique qui est comprise entre ledit élément et la surface de cette couche et qui est délimitée par ledit bord de fin de décharge où  $x=x_{cd}$  et la position  $x=x_{bc}$  est strictement supérieure à la capacité de la portion de couche diélectrique qui est comprise entre ledit élément et la surface de cette couche et qui est délimitée par ledit bord d'allumage où  $x=0$  et la position  $x=x_{ab}$ .

Lorsque cette dalle est intégrée à un panneau à plasma et qu'on applique entre les deux réseaux d'électrodes des séries d'impulsions d'entretien à paliers constants, pour chaque zone de décharge, on constate alors que la capacité totale de la couche diélectrique correspondant à ladite zone de stabilisation  $Z_c$  est supérieure à la capacité totale de la couche diélectrique correspondant à ladite zone d'allumage  $Z_a$ .

Grâce à cette caractéristique, le point de fonctionnement stable de la décharge ne peut pas être la zone d'allumage une fois la décharge amorcée, et, une fois amorcée, la décharge s'étale forcément dans la zone d'expansion le long de la surface de la couche de diélectrique vers le bord de fin de décharge.

De préférence, la capacité longitudinale spécifique de la couche diélectrique dans la zone comprise entre  $x=x_{bc}$  et  $x=x_{cd}$  est supérieure à la capacité longitudinale spécifique de la couche diélectrique en toute autre position  $x$  telle que  $0 < x < x_{bc}$ .

Lorsque cette dalle est intégrée à un panneau à plasma et qu'on applique entre les deux réseaux d'électrodes des séries d'impulsions d'entretien à paliers constants, pour chaque zone de décharge, on constate alors que la capacité longitudinale spécifique de la couche diélectrique dans la zone de stabilisation  $Z_c$  est supérieure à la capacité longitudinale spécifique de la couche diélectrique en toute autre position  $x$  dans la zone d'expansion  $Z_b$  ou dans la zone d'allumage  $Z_a$ .

On obtient alors avantageusement un maximum de dissipation d'énergie des décharges dans la zone de fin de décharge  $Z_c$  à haut rendement lumineux.

L'invention a également pour objet un panneau à plasma doté d'une dalle coplanaire à capacité spécifique croissante selon l'invention.

L'invention a également pour objet un **panneau à plasma** comprenant :

- une dalle coplanaire pour délimiter des zones de décharges qui comprend au moins un premier et un second réseaux d'électrodes coplanaires qui sont revêtues d'une couche diélectrique et dont les directions générales sont parallèles, où chaque électrode du premier réseau est adjacente à une électrode du second réseau, est appariée à elle, est destinée à desservir un ensemble de zones de décharges,

- et une dalle dite d'adressage comprenant optionnellement un réseau d'électrodes d'adressage revêtues d'une couche diélectrique qui sont orientées et positionnées de manière à croiser chacune une paire d'électrodes de la dalle coplanaire au niveau d'une desdites zones de décharges, ces dalles délimitant entre elles lesdites zones de décharges et étant distantes d'une hauteur  $H_c$  exprimée en micromètre,

- et, pour chaque zone de décharge, au moins deux éléments d'électrodes ayant un axe commun de symétrie longitudinale Ox, chacun connecté à une électrode d'une paire,

caractérisée en ce que, pour chaque élément d'électrode de chaque zone de décharge,

le point O de l'axe Ox étant situé sur un bord dit d'allumage dudit élément d'électrode faisant face à l'autre élément d'électrode de ladite zone de décharge et l'axe Ox étant orienté en direction d'un bord dit de fin de décharge délimitant ledit élément à l'opposé dudit bord de décharge et positionné en  $x=x_{cd}$  sur l'axe Ox, la forme dudit élément d'électrode,

si on appelle  $E1(x)$  l'épaisseur moyenne exprimée en micromètre et  $P1(x)$  la permittivité relative moyenne de la couche diélectrique au dessus dudit élément d'électrode (4) à la position longitudinale  $x$ ,  $E2(x)$  l'épaisseur moyenne exprimée en micromètre et  $P2(x)$  la permittivité relative moyenne de la couche diélectrique au dessus de ladite électrode d'adressage (X) ou celle de la dalle d'adressage (2) en l'absence d'électrode d'adressage, toutes deux également évaluées à la position longitudinale  $x$  repérée sur un axe qui est situé à la surface de la dalle d'adressage et qui est parallèle à l'axe Ox et compris dans un plan normal à la surface de ladite dalle coplanaire,

l'épaisseur et la composition de ladite couche diélectrique sont adaptés pour qu'il existe un intervalle  $[x_{ab}, x_{bc}]$  de valeurs de  $x$  tel que  $x_{bc}-x_{ab} > 0,25 x_{cd}$ ,  $x_{ab} < 0,33 x_{cd}$ ,  $x_{bc} > 0,5 x_{cd}$  et tel que le rapport  $R(x) = 1 - [E1(x) / P1(x)] / [E1(x) / P1(x) + H_c + E2(x) / P2(x)]$  soit croissant de manière continue ou discontinue, sans partie décroissante, d'une valeur  $R_{ab}$  au début  $x=x_{ab}$  dudit intervalle à une valeur  $R_{bc}$  à la fin  $x=x_{bc}$  dudit intervalle.

**Il s'agit là du premier mode général de réalisation de l'invention.** De préférence, la largeur  $W_e(x)$  dudit élément d'électrode est constante dans ledit intervalle de valeurs de  $x$ .

De préférence, quels que soient  $x$  et  $x'$  choisis entre  $x_{ab}$  et  $x_{bc}$  tels que  $x'-x = 10 \mu m$ , on a  $R(x')-R(x) > 0,001$ .

De préférence, on a  $R_{bc} > R_{ab}$ ,  $R_{ab} > 0,9$ , et  $(R_{bc} - R_{ab}) < 0,1$ . Ces caractéristiques permettent de limiter les tensions nécessaires pour l'allumage.

De préférence, les valeurs de  $R(x)$  pour tout  $x$  tel que  $x_{bc} < x < x_{cd}$  sont strictement supérieures aux valeurs de  $R(x)$  pour tout  $x$  tel que  $0 < x < x_{ab}$ .

De préférence, les valeurs de  $R(x)$  pour tout  $x$  tel que  $x_{bc} < x < x_{cd}$  sont strictement supérieures aux valeurs de  $R(x)$  pour tout  $x$  tel que  $0 < x < x_{ab}$ .

L'invention a également pour objet une dalle coplanaire à la capacité longitudinale spécifique  $C(x)$  de couche diélectrique croissante telle que précédemment définie où, pour chaque élément d'électrode de chaque zone de décharge, ladite couche diélectrique est de constante diélectrique  $P1$  constante et d'épaisseur  $E1$  exprimée en micromètre constante au dessus dudit élément d'électrode au moins pour tout  $x$  tel que  $x_{ab} < x < x_{bc}$ ,

et où, si l'on définit :

- le potentiel de surface normé  $V_{norm}(x)$  comme le rapport entre le potentiel de surface  $V(x)$  à un niveau  $x$  de la couche diélectrique pour l'élément d'électrode considéré et le potentiel maximum  $V_{o-max}$  que l'on obtiendrait le long de l'axe  $Ox$  pour un élément d'électrode de largeur infinie, le potentiel normé de surface  $V_{norm}(x)$  croissant alors d'une valeur  $V_{n-ab} = V_{ab}/V_{o-max}$  au début  $x=x_{ab}$  dudit intervalle à une valeur  $V_{n-bc} = V_{bc}/V_{o-max}$  à la fin  $x=x_{bc}$  dudit intervalle,

- un profil idéal de largeur de cet élément par la relation :

$$W_{e-id-0}(x) = W_{e-ab} \cdot \exp \left\{ 29 \cdot \sqrt{(P1/E1)} \cdot (x-x_{ab})x(V_{n-bc}-V_{n-ab})/(x_{bc}-x_{ab}) \right\}$$

où  $W_{e-ab}$  est la largeur totale dudit élément, mesurée en  $x=x_{ab}$  perpendiculairement à l'axe  $Ox$ ,

- un profil de limite inférieure  $W_{e-id-inf}$  et un profil de limite supérieure  $W_{e-id-sup}$ , selon les relations :  $W_{e-id-inf} = 0,85 W_{e-id-0}$  et  $W_{e-id-sup} = 1,15 W_{e-id-0}$ ,

... alors, pour tout  $x$  compris entre  $x_{ab}$  inclus  $x_{bc}$  inclus, la largeur totale  $W_e(x)$  dudit élément, mesurée en  $x$  perpendiculairement à l'axe  $Ox$ , est telle que

$$W_{e-id-inf}(x) < W_e(x) < W_{e-id-sup}(x)$$

**Il s'agit là du deuxième mode général de réalisation de l'invention.**

La largeur  $W_e(x)$  de l'élément d'électrode peut être discontinue, par exemple lorsque ledit élément est subdivisé en deux éléments conducteurs latéraux ; on prend alors la somme de la largeur de chaque élément conducteur latéral.

On a constaté que tout profil d'élément d'électrode qui est compris entre ce profil de limite inférieure  $W_{e-id-inf}$  et ce profil de limite supérieure  $W_{e-id-sup}$  permet d'aboutir à une distribution croissante continue ou discontinue du potentiel entre le début  $x=x_{ab}$  et la fin  $x=x_{bc}$  dudit intervalle selon la caractéristique générale essentielle de l'invention.

L'invention peut également présenter une ou plusieurs des caractéristiques suivantes :

- la largeur  $W_{e-ab}$  est inférieure ou égale à 80  $\mu m$ .
- la largeur  $W_{e-ab}$  est inférieure ou égale à 50  $\mu m$ , ce qui permet de limiter avantageusement la quantité d'énergie dissipée en début de décharge lorsqu'une telle dalle est incorporée à un panneau à plasma.

De préférence, **ledit élément d'électrode se subdivise en deux éléments conducteurs latéraux** qui sont symétriques par rapport à l'axe Ox et disjoints au moins dans la zone où x est compris dans l'intervalle  $[x_{ab}, x_{b3}]$ , où  $x_{b3}-x_{ab} > 0,7 (x_{bc} - x_{ab})$ . De préférence,  $x_{b3} = x_{bc}$ .

De préférence, si Oy est un axe transversal à l'axe Ox qui s'étend le long du bord d'allumage, si on appelle  $d_{e-p}(x)$  la distance, mesurée parallèlement à l'axe Oy à une position quelconque x comprise entre  $x_{ab}$  et  $x_{bc}$ , entre les bords tournés l'un vers l'autre de ces deux éléments conducteurs latéraux, il existe une valeur  $x=x_{b2}$  comprise entre  $x_{ab}$  et  $x_{b3}$  telle que, pour toute valeur de x comprise entre  $x_{ab}$  et  $x_{b2}$ ,  $d_{e-p}(x) > d_{e-p}(x_{ab})$ . Ainsi, les éléments conducteurs latéraux s'écartent progressivement puis se rapprochent au delà de  $x=x_{b2}$ .

L'invention peut également présenter une ou plusieurs des caractéristiques suivantes :

- $d_{e-p}(x_{ab})$  est compris entre 100  $\mu m$  et 200  $\mu m$ .
- si l'on considère la ligne moyenne de chaque élément conducteur latéral tracée, pour une position x donnée, à mi-distance entre les bords latéraux de cet élément latéral, dans la zone où  $x_{ab} < x < x_{b2}$ , la tangente en x à la ligne moyenne de cet élément fait avec l'axe Ox un angle inférieur à 60°.

- ledit angle est compris entre 30° et 45° ; cette caractéristique permet de ne pas contrarier le déplacement de la gaine cathodique dans la zone d'expansion, lorsque ladite dalle est incorporée à un panneau à plasma.

L'invention a également pour objet une dalle de décharges coplanaires pour délimiter des zones de décharges dans un panneau de visualisation à plasma, qui comprend :

- au moins un premier et un second réseaux d'électrodes coplanaires qui sont revêtues d'une couche diélectrique et dont les directions générales sont parallèles, où chaque électrode du premier réseau est adjacente à une électrode du second réseau, est appariée à elle, est destinée à desservir un ensemble de zones de décharges,
- pour chaque zone de décharge, au moins deux éléments d'électrodes ayant un axe commun de symétrie longitudinale  $Ox$ , chacun connecté à une électrode d'une paire,

caractérisée en ce que,

- pour chaque élément d'électrode de chaque zone de décharge, le point  $O$  de l'axe  $Ox$  étant situé sur un bord dit d'allumage dudit élément d'électrode faisant face à l'autre élément d'électrode de ladite zone de décharge et l'axe  $Ox$  étant orienté en direction d'un bord dit de fin de décharge délimitant ledit élément à l'opposé dudit bord de décharge et positionné en  $x=x_{cd}$  sur l'axe  $Ox$ ,

- ledit élément d'électrode se subdivise en deux éléments conducteurs latéraux qui sont symétriques par rapport à l'axe  $Ox$  et disjoints au moins dans une zone où  $x$  est compris dans un intervalle  $[x_{ab}, x_{b3}]$ ,

- si  $Oy$  est un axe transversal à l'axe  $Ox$  qui s'étend le long du bord d'allumage, si on appelle  $d_{e-p}(x_{ab})$  la distance, mesurée parallèlement à l'axe  $Oy$  à une position  $x=x_{ab}$  entre les bords tournés l'un vers l'autre des deux éléments conducteurs latéraux,

...ledit élément d'électrode comprend une barre transversale dite d'allumage qui relie lesdits éléments conducteurs latéraux, dont un bord correspond audit bord d'allumage, et dont la longueur, mesurée le long de l'axe  $Ox$ , est supérieure d'une valeur  $\Delta L_a$  pour  $|y|$  compris entre 0 et  $y_1$  de part et d'autre de l'axe  $Ox$  à une valeur  $L_a$  de cette longueur pour  $|y|$  compris entre  $y_1$  et  $d_{e-p}(x_{ab})/2$  de part et d'autre de l'axe  $Ox$ .

L'élément d'électrode comporte alors un **ergot** au centre de la barre transversale d'allumage positionné entre les deux éléments conducteurs latéraux. De préférence, si  $W_e(x_{ab})=W_{e-ab}$ , on a  $W_{e-ab} \leq L_a \leq 80 \text{ } \mu\text{m}$ . De



préférence,  $\Delta L_a > 0,2 L_a$ . De préférence, la largeur  $W_{a-i} = 2 y_1$  de l'ergot, mesurée le long de l'axe Oy, est telle que  $W_{e-ab} < W_{a-i} < 80 \mu\text{m}$ , où  $W_{e-ab} = 2 W_{e-p0}$ .

L'invention a également pour objet un panneau à plasma doté d'une dalle coplanaire où le profil de tous les éléments d'électrodes est conforme à l'invention.

L'invention a encore pour objet un panneau à plasma comprenant une dalle coplanaire et une dalle dite d'adressage délimitant entre elles des zones de décharges et étant distantes d'une hauteur  $H_c$ ,

... la dalle coplanaire comprenant :

- au moins un premier et un second réseaux d'électrodes coplanaires qui sont revêtues d'une couche diélectrique et dont les directions générales sont parallèles, où chaque électrode du premier réseau est adjacente à une électrode du second réseau, est appariée à elle, est destinée à desservir un ensemble de zones de décharges,
- pour chaque zone de décharge, au moins deux éléments d'électrodes ayant un axe commun de symétrie longitudinale Ox, chacun connecté à une électrode d'une paire,

... la dalle d'adressage comprenant :

- un réseau d'électrodes d'adressage revêtues d'une couche diélectrique qui sont orientées et positionnées de manière à croiser chacune une paire d'électrodes de la dalle coplanaire au niveau d'une desdites zones de décharges,

- un réseau de barrières parallèles, chacune étant disposée entre deux électrodes d'adressage adjacentes à une distance  $W_c$  de deux autres barrières adjacentes,

... et, pour chaque élément d'électrode de chaque zone de décharge, le point O de l'axe Ox étant situé sur un bord dit d'allumage dudit élément d'électrode faisant face à l'autre élément d'électrode de ladite zone de décharge et l'axe Ox étant orienté en direction d'un bord dit de fin de décharge délimitant ledit élément à l'opposé dudit bord de décharge et positionné en  $x=x_{cd}$  sur l'axe Ox,

caractérisé en ce que ladite couche diélectrique est de composition homogène et d'épaisseur constante au dessus dudit élément d'électrode au moins pour tout  $x$  tel que  $x_{ab} < x < x_{bc}$ ,

et en ce que, pour chaque zone de décharge dudit panneau et pour chaque élément d'électrode de cette zone, ledit élément d'électrode **se subdivise en deux éléments conducteurs latéraux de largeur constante  $W_{e-p0}$**  qui sont symétriques par rapport à l'axe Ox et disjoints dans une zone où  $x$  est compris dans un intervalle  $[x_{ab}, x_{bc}]$ ,

et en ce que, si Oy est un axe transversal à l'axe Ox qui s'étend le long du bord d'allumage, si on appelle  $d_{e-p}(x)$  la distance, mesurée parallèlement à l'axe Oy à une position quelconque  $x$  comprise entre  $x_{ab}$  et  $x_{bc}$ , entre les bords tournés l'un vers l'autre de ces deux éléments conducteurs latéraux,  $d_{e-p}(x)$  croît d'une manière continue ou discontinue en fonction de  $x$  dans ledit intervalle  $[x_{ab}, x_{bc}]$ ,

et en ce que, si l'on considère la ligne moyenne de chaque élément conducteur latéral tracée, pour une position  $x$  donnée, à mi-distance entre les bords latéraux de cet élément latéral, dans la zone où  $x_{ab} < x < x_{bc}$ , la tangente en  $x$  à la ligne moyenne de cet élément fait avec l'axe Ox un angle compris entre  $20^\circ$  et  $40^\circ$ ,

et en ce que  $d_{e-p}(x_{ab}) \leq 350 \mu\text{m}$ .

### **Il s'agit là du troisième mode général de réalisation de l'invention.**

Grâce à la distance relativement faible qui les sépare, l'influence électrostatique d'un élément conducteur latéral sur l'autre est suffisamment forte ici pour permettre, conformément à l'invention, une variation du potentiel normé à la surface du diélectrique entre  $V_{n-ab}$  de préférence supérieur à 0.9 et  $V_{n-bc}$  de préférence proche de 1, tout en conservant constante la largeur de chaque élément conducteur latéral.

De préférence, on a  $200 \mu\text{m} \leq d_{e-p}(x_{ab}) \leq 350 \mu\text{m}$  et ledit élément d'électrode comprend une barre transversale dite d'allumage qui relie lesdits éléments conducteurs latéraux, dont un bord correspond audit bord d'allumage, et dont la longueur, mesurée le long de l'axe Ox, est supérieure d'une valeur  $\Delta L_a$  pour  $|y|$  compris entre 0 et  $y_1$  de part et d'autre de l'axe Ox à une valeur  $L_a$  de cette longueur pour  $|y|$  compris entre  $y_1$  et  $d_{e-p}(x_{ab})/2$  de part et d'autre de l'axe Ox.

Selon cette caractéristique, l'élément d'électrode comporte donc un ergot au centre de la barre transversale d'allumage positionné entre les deux éléments conducteurs latéraux ; cet ergot fonctionne alors comme un initiateur de décharge qui n'entraîne aucune dissipation d'énergie supplémentaire pour l'expansion ; à cet effet, il est préférable que l'allongement  $\Delta L_a$  soit choisi de manière que  $\Delta L_a + L_a < 80 \mu\text{m}$ , et que la largeur  $W_{a-i} = 2 y_1$  de l'ergot, mesurée le long de l'axe Oy, soit telle que  $W_{e-ab} < W_{a-i} < 80 \mu\text{m}$ , où  $W_{e-ab} = 2 W_{e-p0}$ .

De préférence, si  $W_a$  est la largeur de ladite barre d'allumage mesurée le long de l'axe Oy, on a :

- si  $L_a < 2 W_{e-p0}$ ,  $\Delta L_a > 2 W_{e-p0} - L_a$
- si  $L_a \geq 2 W_{e-p0}$ ,  $\Delta L_a > 0,2 L_a$

Dans un tel panneau à plasma, ces caractéristiques géométriques permettent de réduire la tension d'allumage sans augmenter significativement la dissipation d'énergie dans la gaine cathodique au démarrage des décharges, notamment parce que le déplacement de cette gaine au moment de l'expansion doit être déporté latéralement, en dehors de la zone de l'ergot, au niveau de chacun des éléments conducteurs latéraux ; l'augmentation de la charge mémoire au centre de la barre transversale d'allumage au niveau de cet ergot n'aura pas d'incidence défavorable sur l'énergie de la gaine cathodique.

L'invention a encore pour objet un panneau à plasma comprenant une dalle coplanaire et une dalle dite d'adressage délimitant entre elles des zones de décharges et étant distantes d'une hauteur  $H_c$ ,

... la dalle coplanaire comprenant :

- au moins un premier et un second réseaux d'électrodes coplanaires qui sont revêtues d'une couche diélectrique et dont les directions générales sont parallèles, où chaque électrode du premier réseau est adjacente à une électrode du second réseau, est appariée à elle, est destinée à desservir un ensemble de zones de décharges,
- pour chaque zone de décharge, au moins deux éléments d'électrodes ayant un axe commun de symétrie longitudinale Ox, chacun connecté à une électrode d'une paire,

... la dalle d'adressage comprenant :

- un réseau d'électrodes d'adressage revêtues d'une couche diélectrique qui sont orientées et positionnées de manière à croiser chacune une paire d'électrodes de la dalle coplanaire au niveau d'une desdites zones de décharges,

- un réseau de barrières parallèles, chacune étant disposée entre deux électrodes d'adressage adjacentes à une distance  $W_c$  de deux autres barrières adjacentes,

... et, pour chaque élément d'électrode de chaque zone de décharge, le point O de l'axe Ox étant situé sur un bord dit d'allumage dudit élément d'électrode faisant face à l'autre élément d'électrode de ladite zone de décharge et l'axe Ox étant orienté en direction d'un bord dit de fin de décharge délimitant ledit élément à l'opposé dudit bord de décharge et positionné en  $x=x_{cd}$  sur l'axe Ox, caractérisé en ce que ladite couche diélectrique est de composition homogène et d'épaisseur constante au dessus dudit élément d'électrode (4) au moins pour tout x tel que  $x_{ab} < x < x_{bc}$ ,

et en ce que, pour chaque zone de décharge dudit panneau et pour chaque élément d'électrode de cette zone, ledit élément d'électrode se subdivise en deux éléments conducteurs latéraux de largeur constante  $W_{e-p0}$  dont la distance  $d_{e-p0}$  entre les bords tournés l'un vers l'autre est constante et supérieure à  $W_c$ , qui sont symétriques par rapport à l'axe Ox et disjoints dans la zone où x est compris dans l'intervalle  $[x_{ab}, x_{bc}]$ ,

et en ce que ledit élément d'électrode comprend :

- une barre transversale dite d'allumage dont la largeur est supérieure ou égale à  $W_c$ , dont la longueur mesurée selon l'axe Ox est  $L_a$ , dont un bord correspond audit bord d'allumage,
- une barre transversale dite de stabilisation de décharge dont la largeur est supérieure ou égale à  $W_c$ , dont la longueur mesurée selon l'axe Ox est  $L_s$ , dont un bord correspond audit bord de fin de décharge,
- au moins une barre transversale intermédiaire dont la largeur est supérieure ou égale à  $W_c$ , dont la position sur l'axe Ox est intégralement comprise dans l'intervalle  $[x_{ab}, x_{bc}]$  sur toute sa longueur  $L_b$ ,

et en ce que  $L_b \leq L_a < L_c$ .

**Il s'agit là du quatrième mode général de réalisation de l'invention.**

Comme  $L_s > L_a$ , la capacité de la couche diélectrique située au niveau de la zone de fin de décharge est supérieure à la capacité spécifique de la couche diélectrique située au niveau de la zone d'allumage de la décharge, de manière à établir une différence de potentiel positive entre la zone d'allumage et la zone de fin de décharge.

De préférence, un des bords de la barre transversale intermédiaire étant distant de  $d_1$  de ladite barre de stabilisation de décharge, et l'autre bord étant distant de  $d_2$  de ladite barre d'allumage, on a  $d_2/2 < d_1 < d_2$ .

De préférence, on a :  $3 \times \max(L_a, L_b) < L_s < 5 \times \max(L_a, L_b)$

Outre les caractéristiques déjà mentionnées de l'un ou de l'autre panneau à plasma selon l'invention, ce panneau comprend une dalle d'adressage délimitant avec la dalle coplanaire des zones de décharge, et, pour chaque zone de décharge et pour chaque élément d'électrode, si  $W_{e-ab}$  est la largeur dudit élément d'électrode, mesurée selon l'axe Ox à la position  $x=x_{ab}$  au début dudit intervalle de valeurs de x, ledit élément d'électrode comprend de préférence une barre transversale dite d'allumage dont un bord correspond audit bord d'allumage, dont la longueur, mesurée selon l'axe Ox, est telle que :  $W_{e-ab} \leq L_a \leq 80 \mu m$ . En toute rigueur, on a  $L_a < x_{ab}$  car la position  $x=x_{ab}$  correspond au début de la zone d'expansion juste après la fin de la zone d'allumage.

Cette caractéristique permet de conserver avantageusement un potentiel de surface de la couche diélectrique dans la zone d'allumage identique au potentiel de surface au niveau du début de la zone d'expansion.

De préférence, ce panneau comprend un réseau de barrières parallèles disposées entre lesdites dalles à une distance  $W_c$  les unes des autres perpendiculairement à la direction générale desdites électrodes coplanaires, caractérisé en ce que, si Oy est un axe transversal à l'axe Ox qui s'étend le long du bord d'allumage et si  $W_a$  est la largeur de ladite barre transversale d'allumage mesurée selon l'axe Oy, on a :  $W_c - 60 \mu m < W_a \leq W_c - 100 \mu m$ .

De préférence, le panneau à plasma comprend un réseau de barrières parallèles disposées entre lesdites dalles à une distance  $W_c$  les unes des autres perpendiculairement à la direction générale desdites électrodes

coplanaires, caractérisé en ce que, si Oy est un axe transversal à l'axe Ox qui s'étend le long du bord d'allumage, si  $W_a$  est la largeur de ladite barre transversale d'allumage mesurée selon l'axe Oy, si  $W_{a-min}$  correspond à la largeur au delà de laquelle lesdites barrières provoquent une réduction importante de potentiel de surface de la couche diélectrique au dessus dudit élément, ladite barre transversale d'allumage comprend :

- une zone centrale  $Z_{a-c}$  pour laquelle, en tout point  $|y| \leq W_{a-min}/2$ , la distance, le long de l'axe Ox, entre les bords d'allumage des deux éléments d'électrodes de ladite zone de décharge est constante est égale à  $g_c$ .

- et deux zones latérales  $Z_{a-p1}$ ,  $Z_{a-p2}$  de part et d'autre de la zone centrale  $Z_{a-c}$  pour lesquelles, en tout point  $|y| > W_{a-min}/2$  la distance, le long de l'axe Ox, entre les bords d'allumage des deux éléments d'électrodes de ladite zone de décharge décroît de manière continue à partir de la valeur  $g_c$ .

La réduction du gap séparant les deux éléments d'électrodes au niveau des zones latérales  $Z_{a-p1}$ ,  $Z_{a-p2}$  proches des barrières permet d'augmenter le champ électrique dans cette zone et de compenser la réduction de particules primaires résultant de l'effet de paroi en adaptant localement les conditions de Pashen. On obtient ainsi une réduction du potentiel d'allumage, à surface de zone d'allumage constante, ou une réduction de la surface de zone d'allumage à potentiel d'allumage constant.

De préférence, l'un ou l'autre des panneaux à plasma selon l'invention comprend des moyens d'alimentation adaptés pour générer entre les électrodes coplanaires des différentes paires des séries d'impulsions de tension dite d'entretien à paliers constants. En effet, l'invention permet avantageusement d'augmenter sensiblement le rendement lumineux et la durée de vie des panneaux à plasma en utilisant ce type classique et économique de générateur d'entretien.

L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui va suivre, donnée à titre d'exemple non limitatif et en comparaison avec l'art antérieur, et en référence aux figures annexées sur lesquelles :

- la figure 1A et 1B représentent respectivement en vue de dessus et en coupe une première structure d'une cellule de l'art antérieur ;

- la figure 2A représente l'état d'une décharge au temps T1 et au temps T2 dans une cellule du type de la figure 1A et 1B, et la figure 2B représente l'évolution du courant de décharge en fonction du temps T ;
- la figure 3A représente, en vue de dessus, une deuxième structure d'une cellule de l'art antérieur et la figure 3B représente l'évolution du courant de décharge en fonction du temps T dans cette structure ;
- la figure 4A représente, en vue de dessus, une troisième structure d'une cellule de l'art antérieur et la figure 4B représente l'évolution du courant de décharge en fonction du temps T dans cette structure ;
- La figure 5 représente la distribution du potentiel de surface de la couche diélectrique le long des éléments d'électrodes des structures de l'art antérieur des figures 1 à 4 ;
- La figure 6 représente une vue générale en perspective d'une cellule de panneau à plasma à dalle coplanaire ;
- La figure 7 représente la distribution du potentiel de surface selon l'invention de la couche diélectrique le long des éléments d'électrodes de structures selon l'invention décrites aux figures suivantes ;
- La figure 8 illustre un premier mode général de réalisation de l'invention basé sur une structure où l'épaisseur de la couche diélectrique est variable ;
- La figure 9 représente la variation du potentiel normé de surface de la couche diélectrique en fonction de la largeur, en unité arbitraires, de l'élément d'électrode dans une cellule d'un panneau à plasma ;
- Les figures 10A à 10D, 11A à 11D illustrent des variantes d'un deuxième mode général de réalisation de l'invention basé sur une structure où l'élément d'électrode présente une largeur variable ;
- La figure 12 représente la variation du potentiel d'allumage normé à appliquer entre les éléments d'électrode d'une cellule pour obtenir l'allumage de décharges, en fonction de la largeur de l'élément d'électrode dans la zone d'allumage ;
- Les figures 13 et 14 représentent deux configurations possibles de bord d'allumage d'éléments d'électrodes selon l'invention ;

- Les figures 15A, 15B illustrent des variantes de la structure selon la figure 10C qui sont ici dotées de bords d'allumage représentés aux figures 13 ou 14 ;
- Les figures 16, 18A à 18G illustrent d'autres variantes d'un deuxième mode général de réalisation de l'invention basé sur une structure où l'élément d'électrode présente une largeur variable et est subdivisé en deux éléments conducteurs latéraux ;
- La figure 17 représente la variation du potentiel de surface de la couche diélectrique au centre de la cellule de la figure 16 en fonction de l'écartement des deux éléments conducteurs latéraux ;
- La figure 19 illustre une variante d'un troisième mode général de réalisation de l'invention basé sur une structure où l'élément d'électrode est subdivisé en deux éléments conducteurs latéraux qui présentent une largeur constante ;
- La figure 20A représente une structure de cellule à deux barres transversales ;
- La figure 20B représente une structure de cellule de l'art antérieur à trois barres transversales qui illustre un troisième mode général de réalisation de l'invention ;
- La figure 21 représente la distribution du potentiel de surface de la couche diélectrique le long des éléments d'électrodes des structures des figures 20A et 20B ;

Afin de simplifier la description et de faire apparaître les différences et avantages que présente l'invention par rapport à l'état antérieur de la technique, on utilise des références identiques pour les éléments qui assurent les mêmes fonctions.

Lorsqu'une dalle de décharges coplanaires est utilisée dans un panneau à plasma, chaque décharge plasma qui surgit entre les électrodes d'une paire, l'une servant de cathode et l'autre d'anode, comprend une phase d'allumage et une phase d'expansion ; la figure 2A présente une coupe longitudinale schématique d'une cellule de type à zone de décharge coplaire telle que décrite en figure 1A, la figure 2B représente l'évolution du courant électrique



entre les électrodes coplanaires de cette cellule pendant une décharge d'entretien.

La tension d'allumage d'une décharge dépend évidemment des charges électriques préalablement stockées sur l'anode et la cathode au voisinage de la zone d'allumage, notamment lors de la décharge précédente où la cathode était une anode et vice-versa ; avant la décharge, des charges positives sont donc stockées sur l'anode et des charges négatives sur la cathode ; ces charges stockées créent ce qu'on appelle une tension mémoire ; la tension d'allumage correspond à la tension appliquée entre les électrodes, ou tension d'entretien, plus la tension de mémoire.

Au moment de l'allumage, l'avalanche électronique dans le gaz de décharge entre les électrodes crée alors une charge d'espace positive qui se concentre vers la cathode pour former ce qu'on appelle la gaine cathodique ; la zone plasma dite pseudo-colonne positive située entre la gaine cathodique et l'extrémité anodique de la décharge contient en proportion identique des charges positives et négatives ; cette zone est donc conductrice de courant et le champ électrique y est faible ; la zone de pseudo-colonne positive présente donc une distribution en énergie des électrons faible et de fait, favorise la production de photons ultraviolets en privilégiant l'excitation du gaz de décharge.

La partie la plus importante du champ électrique dans le gaz entre l'anode et la cathode correspond donc au champ au sein de la gaine cathodique ; le long des lignes de champ entre l'anode et la cathode, la partie la plus importante de chute de potentiel correspond à la zone de gaine cathodique ; l'impact des ions, accélérés dans le champ intense de la gaine cathodique, sur la couche à base de magnésie, qui revêt la couche diélectrique, entraîne une émission importante d'électrons secondaires au voisinage de la cathode ; sous l'effet de cette multiplication électronique intense, la densité du plasma conducteur augmente alors fortement entre les électrodes, tant en ions qu'en électrons, ce qui provoque une contraction de la gaine cathodique au voisinage de la cathode et le positionnement de cette gaine au niveau où les charges positives du plasma se déposent sur la portion de surface diélectrique recouvrant la cathode ; du côté de l'anode, les électrons du plasma, qui sont

beaucoup plus mobiles que les ions, se déposent sur la portion de surface diélectrique recouvrant l'anode pour neutraliser progressivement, de l'avant vers l'arrière, la couche de charges positives « mémoire » préalablement stockées ; quand la totalité de cette charge positive stockée est neutralisée, le potentiel entre l'anode et la cathode commence alors à diminuer ; le champ électrique dans la gaine cathodique atteint alors un maximum, correspondant à la contraction maximum de la gaine, et le courant électrique entre les électrodes est lui aussi maximum ; la contraction de cette gaine s'accompagne d'une augmentation importante de l'énergie des ions qui est dissipée dans le champ électrique accélérateur entre la gaine cathodique et la surface de la magnésie, et qui produit une dégradation importante par pulvérisation ionique de la surface de magnésie ; en référence à la figure 2B, à l'instant initial T1 du maximum de courant initial I1, donc du maximum d'énergie déposée dans la décharge, la zone de pseudo-colonne positive est de faible dimension et le rendement énergétique de la décharge est donc également faible.

Avant la formation de la décharge, la distribution du potentiel le long de l'axe de symétrie longitudinale Ox à la surface de la couche diélectrique recouvrant la cathode est uniforme, comme expliqué ultérieurement plus en détail en référence à la courbe A de la figure 5. Comme, avant le début de chaque décharge, le potentiel est ainsi constant le long de l'axe Ox d'expansion de la décharge, il n'existe donc pas de champ électrique transverse permettant le déplacement de la gaine cathodique. La charge positive provenant de la décharge se dépose donc et s'accumule donc progressivement au niveau de la zone d'allumage  $Z_a$  sans qu'il y ait déplacement de la gaine. La zone d'allumage  $Z_a$  correspond donc à la zone d'accumulation des ions au démarrage de la décharge pendant toute la durée où la gaine cathodique de cette décharge ne se déplace pas. Le bombardement des ions est alors concentré sur une faible surface de la couche de magnésie et provoque une forte pulvérisation locale de ladite couche. Sous l'effet des charges positives qui s'accumulent sur la portion de surface diélectrique située sous la gaine cathodique, il se crée alors un champ dit « transverse » entre ces charges positives tout juste déposées d'une part et les charges négatives préalablement déposées sur la cathode, par exemple lors de la décharge précédente, et le

potentiel appliqué à cette cathode d'autre part ; au delà d'un seuil de champ transverse qui correspond à un seuil de densité de charges positives accumulées sur la cathode au voisinage de cette gaine, ce champ transverse entraîne le déplacement de la gaine cathodique de plus en plus loin de la zone d'allumage au fur et à mesure de l'accumulation de charges ioniques sur la surface diélectrique qui couvre la cathode ; c'est ce déplacement qui entraîne l'expansion de la décharge plasma ; la gaine cathodique se positionne au niveau où les ions du plasma se déposent, en limite de zone d'expansion ; pendant les décharges, le déplacement de la gaine cathodique suit le tracé des éléments d'électrodes dans chaque cellule. La zone d'expansion  $Z_b$  correspond donc à la zone balayée par le déplacement de la gaine cathodique de la décharge.

A l'opposé du bord d'allumage, chaque élément d'électrode comprend un bord de fin de décharge. En fin de déplacement de la gaine cathodique, la décharge n'est en général pas encore éteinte parce que le potentiel de surface de la couche diélectrique au niveau de la fin de ce déplacement présente encore, par rapport au potentiel de surface de la couche diélectrique couvrant l'anode, une différence suffisamment importante pour l'entretien de cette décharge ; autrement dit, parce que le dépôt global d'ions sur la couche diélectrique couvrant la cathode n'a pas encore suffisamment compensé le potentiel appliqué à cette cathode ; la décharge se poursuit alors sans déplacement de la gaine cathodique sur une zone de surface de la cathode correspondant à ce qu'on appelle la zone de stabilisation ou la zone de fin de décharge  $Z_c$ . Cette "zone de fin de décharge" ne devient à proprement parler "zone de stabilisation" que lorsque, avant le démarrage d'une décharge, le potentiel de surface de la couche diélectrique dans cette zone est supérieure à celui du reste de la couche diélectrique dans la zone d'expansion et d'allumage. Si ce n'est pas le cas, la zone de fin de décharge n'est que la fin de la zone d'expansion, sans être à proprement parler une zone de stabilisation.

Si la décharge commence à l'instant  $T=0$ , on définit un instant  $T1$  de fin d'allumage ou de début d'expansion, et un instant  $T2$  de fin d'expansion ou de début de stabilisation. En référence à la figure 2B, l'expansion du plasma sur la

surface de la couche diélectrique, entre l'instant T1 et l'instant T2, permet d'étendre la zone de pseudo-colonne positive de la décharge, donc d'augmenter la part d'énergie électrique de cette décharge qui est dissipée pour l'excitation du gaz dans la cellule, et donc d'améliorer le rendement de production de photons ultraviolets de la décharge. L'expansion de la décharge permet également de distribuer la pulvérisation par bombardement ionique de la couche de magnésie sur une plus grande surface et de réduire localement la dégradation, ce qui augmente la durée de vie de ladite couche et, par conséquent, celle des écrans à plasma. Pour la structure décrite en figure 2A, 2B, la quantité d'énergie dissipée à l'instant T2, qui correspond au courant électrique I2 à cet instant, reste faible. Sur la totalité de l'énergie dissipée pendant la décharge, seule une faible partie est donc dissipée pendant les instants où cette décharge est suffisamment étendue pour présenter un fort rendement de production de photons ultraviolets et une faible pulvérisation de la couche de magnésie. Un moyen d'améliorer le rendement lumineux et la durée de vie consiste donc à inverser la distribution de l'énergie dissipée pendant le déroulement des décharges, ou à viser un rapport I1 sur I2 de valeur minimum. Il convient notamment de dissiper le maximum d'énergie dans la décharge lorsque celle ci est à son point optimal d'expansion, c'est à dire à l'instant T2 où la décharge quitte la zone d'expansion Z<sub>b</sub> et entre dans la zone de stabilisation Z<sub>c</sub>.

La vitesse de formation du champ transverse permettant l'étalement de la décharge sur la surface de la couche diélectrique recouvrant la cathode, dépend de la capacité locale de la couche diélectrique située sous la gaine cathodique, dans la zone d'allumage comme en tout point de la zone d'expansion. Plus cette capacité locale est forte, plus la quantité de charges déposées est importante, et plus la croissance du champ transverse de déplacement de la gaine nécessite de temps. Cette capacité locale détermine le potentiel de surface vu par la décharge ; si la capacité locale est uniforme, il n'existe aucun champ électrique transverse et la formation de ce champ électrique transverse dépend entièrement de la différence de potentiel générée par la charge préalablement stockée sur la surface de la couche diélectrique provenant de la décharge précédente et la charge déposée par la décharge en

cours. Autrement dit, il ne peut exister de champ transverse, donc un étalement de décharge, que si une quantité suffisante d'énergie électrique est apportée pour charger entièrement localement la surface de la couche diélectrique.

On a vu par ailleurs qu'il convenait de dissiper le maximum d'énergie dans la décharge à l'instant T2 où la décharge quitte la zone d'expansion  $Z_b$  et entre dans la zone de stabilisation  $Z_c$ . A cet effet, il convient donc que la capacité de la couche diélectrique dans la zone de stabilisation  $Z_c$  soit supérieure à la capacité de la couche diélectrique en toute autre partie de la zone de décharge.

Dans le cas d'une cellule présentant la structure de la figure 1A, 1B de l'art antérieur, la zone de décharge  $Z_b$  s'étend le long d'un élément d'électrode qui présente une largeur uniforme sur toute la demi-longueur de cellule, de sorte que la capacité locale de la portion de couche diélectrique 13 comprise entre cet élément d'électrode et la gaine cathodique a une valeur constante en tout point de la zone d'allumage et de la zone d'expansion, quelque soit la position de la gaine cathodique pendant sa période d'expansion, c'est à dire quelque soit l'état de la décharge. Pour un matériau diélectrique donné constituant la couche diélectrique 13 recouvrant l'élément d'électrode, cette capacité locale est toujours maximale puisque l'élément d'électrode correspond à la totalité de la zone de décharge. La répartition du potentiel à la surface de la couche diélectrique recouvrant l'élément d'électrode de la zone de décharge est représenté sur la courbe A de la figure 5 à un instant T qui précède immédiatement le début de la décharge et en fonction de la distance x au bord d'allumage, mesurée sur l'axe Ox de la figure 1-A, qui est ici un axe de symétrie longitudinale de l'élément d'électrode de la cellule considérée. Cette répartition est obtenue à l'aide du logiciel de modélisation 2D dénommé SIPDP2D version 3.04 de la société Kinema Software, dont le fonctionnement est décrit ultérieurement. On voit que ce potentiel de surface est uniforme et constant sur toute la longueur de l'élément d'électrode, puisque la capacité locale de la couche diélectrique est constante en tout point de la surface de cette couche, et il n'existe pas de champ électrique transverse favorable au déplacement de la décharge sur la surface de la couche diélectrique après la phase d'allumage. Le

courant de décharge représenté en figure 2B possède alors les caractéristiques décrites plus haut, selon lesquelles une part importante de l'énergie électrique est dissipée avant que le champ transverse d'étalement de décharge ne soit suffisamment formé pour provoquer un déplacement de la gaine, et une faible part d'énergie électrique est dissipée pendant le déplacement et en fin de déplacement de la gaine, pendant que la décharge atteint le maximum de rendement lumineux. Le rapport  $I_1$  sur  $I_2$  est alors élevé.

Dans la structure de cellule décrite en figure 3A, chaque élément d'électrode Y ou Y' présente, perpendiculairement à l'axe Ox, une largeur qui n'est pas uniforme quand on se déplace le long de la direction moyenne de déplacement de la gaine cathodique de la décharge, c'est à dire le long de l'axe Ox. On appelle capacité longitudinale spécifique de la couche diélectrique recouvrant un élément d'une électrode coplanaire, la capacité d'une zone de cette couche s'étendant selon une très petite longueur  $dx$  positionnée en  $x$  sur l'axe Ox correspondant à une tranche de longueur et s'étendant selon une largeur  $W_e(x)$  correspondant à celle de l'élément d'électrode à la même position  $x$  sur l'axe Ox. Dans le cas présent, la capacité longitudinale spécifique de la couche diélectrique recouvrant l'élément d'électrode représenté à la figure 3A est forte dans la zone d'allumage  $Z_a$  où l'élément d'électrode est constitué par la première barre transversale 31, puis faible dans la zone d'expansion  $Z_b$  où l'élément d'électrode est constitué par le jambage central 32, et enfin de nouveau forte dans la zone de fin de décharge  $Z_c$  où l'élément d'électrode est formé de la seconde barre transversale 33. L'évolution de l'intensité  $I$  du courant électrique de la décharge en fonction de l'instant  $T$  de cette décharge est représentée en figure 3B pour la structure de cellule de la figure 3A. La distribution du potentiel  $V$  en surface de la couche diélectrique recouvrant l'élément d'électrode Y est représenté sur la courbe C en pointillés de la figure 5, à un instant précédant le début d'une décharge. On voit que cette distribution présente un « creux » dans la zone d'expansion, qui forme une barrière de potentiel entre la zone d'allumage et la zone de stabilisation. La décharge s'initie au dessus de la surface diélectrique recouvrant de la zone d'allumage  $Z_a$ . On a constaté que, la zone d'expansion formée par le jambage 32 entre les deux barres transversales 31, 33 ayant en toute position  $x$  une capacité

longitudinale spécifique faible, le potentiel de surface de la couche diélectrique recouvrant ce jambage était inférieur ou égal à celui de la couche diélectrique recouvrant la barre transversale 31 de la zone d'allumage, suivant que la largeur de ce jambage 32 est respectivement strictement inférieure ou supérieure à la longueur de la barre transversale 31 dans la zone d'allumage dans la cellule. Il existe donc, au niveau de la transition entre la zone d'allumage  $Z_a$  et la zone d'expansion  $Z_b$ , soit un champ transverse opposé à la direction  $Ox$  d'expansion de la décharge le long de la surface diélectrique recouvrant le jambage 32, soit un champ transverse nul. Pour cette structure, il ne peut donc y avoir de champ transverse permettant l'étalement de la décharge que lorsqu'une différence de potentiel est générée par l'accumulation de charges négatives puis positives déposées. Un tel dépôt de charges ne peut être obtenu qu'en dissipant une forte part de l'énergie électrique de la décharge dans la zone d'allumage, de sorte que le courant  $I_1$  reste élevé. En revanche la capacité longitudinale de l'élément d'électrode étant faible dans la zone du jambage 32 de la zone d'expansion  $Z_b$ , le dépôt de charges dans cette zone est rapide, donc le champ transverse nécessaire au déplacement de la gaine est rapidement créé en tout point de cette zone, ce qui favorise le déplacement rapide de la gaine cathodique le long du jambage 32 jusqu'à la deuxième barre transversale ou bus 33.

Plus la largeur du jambage 32 est faible, plus la capacité longitudinale spécifique sera faible et plus la vitesse de déplacement de la gaine cathodique sera rapide. Lorsque la largeur du jambage 32 est supérieure à la longueur de la barre transversale 31 dans la cellule (qui constitue la zone d'allumage  $Z_a$ ), le comportement de la décharge est proche de celui décrit pour la structure de la figure 1A (champ transverse nul). On ne s'intéresse ici qu'aux cas où la largeur du jambage 32 est inférieure ou égale à la longueur de la barre transversale de la zone d'allumage  $Z_a$ . Par ailleurs, à l'anode, on retrouve, avant le début de chaque décharge, le même type de distribution de potentiel représenté à la figure C de la figure 5, qui présente une barrière de potentiel. La différence de potentiel inverse générée par le jambage 32 perturbe l'étalement des électrons à l'anode. En effet, au démarrage de la décharge, les électrons ne s'étaient plus d'emblée sur la totalité de l'anode comme dans la structure de la figure 1, mais

uniquement sur la partie de l'élément d'anode qui est située en amont de la barrière de potentiel, à savoir sur la partie située au niveau de la première barre transversale. ensuite, dès que la charge accumulée sur l'anode permet de passer la barrière de potentiel, les électrons s'étalent sur le reste de l'anode rapidement et la différence de potentiel, entre la surface de la couche diélectrique située au dessus de l'anode et la surface de la couche diélectrique située au dessus de la cathode au niveau de la position de la gaine, diminue rapidement. Comme, le long des lignes de champ entre l'anode et la cathode, la partie la plus importante de chute de potentiel correspond à la zone de gaine cathodique, le champ électrique au sein de cette gaine diminue rapidement au fur et à mesure du dépôt des charges à l'anode, ce qui provoque une dilatation de cette gaine, une diminution de l'énergie des ions qui frappent la couche de magnésie, et une diminution de la vitesse de production de charges sur cette couche ; sous l'effet de cette dilatation, la vitesse de déplacement de la gaine cathodique diminue à son tour, et la décharge s'éteint avant d'avoir atteint la seconde barre transversale. Pour atteindre la seconde barre transversale 33 en bout de zone d'expansion, il faut augmenter le potentiel appliqué entre les électrodes, de manière à compenser la faible capacité longitudinale de l'élément d'électrode au niveau du jambage 32 et la diminution rapide du champ électrique dans la gaine cathodique provoquée par le dépôt rapide d'électrons à l'anode. La seconde barre transversale 33 formant la zone de fin de décharge  $Z_c$  présentant une capacité longitudinale spécifique forte, la décharge allongée s'immobilise sur cette barre tant que le dépôt de charges sur la surface diélectrique recouvrant la seconde barre transversale 33 n'a pas totalement compensé le potentiel appliqué entre les électrodes. On augmente alors la part d'énergie électrique de la décharge qui est dissipée à la fin de la période d'expansion, et l'intensité du courant électrique  $I_2$  augmente.

Comme illustré à la figure 3B, le rapport  $I_1$  sur  $I_2$  diminue alors par augmentation de  $I_2$  ; néanmoins une forte part de l'énergie électrique de la décharge reste perdue dans la zone d'allumage pour déposer des charges sur la surface diélectrique et créer un champ transverse suffisamment fort pour permettre le passage de la gaine cathodique de la première barre 31 à la



seconde barre transversale 33, et franchir la barrière de potentiel générée par le jambage 32.

La figure 4A présente une structure voisine de celle décrite sur la figure 3A. Au lieu d'un seul jambage centré sur l'axe Ox pour relier les deux mêmes barres transversales, on trouve deux jambages 42a, 42b reportés en limite de cellule et positionnés ici sur le haut des barrières 15. A l'aide du même logiciel SIPDP-2D précédemment cité, on obtient la distribution du potentiel, avant le début d'une décharge, à la surface de la couche diélectrique recouvrant l'élément d'électrode constitué par ces deux barres transversales et ces deux jambages ; cette distribution est présentée sur la courbe B1 de la figure 5. L'axe Ox correspond globalement à l'axe de symétrie de la zone de déplacement de la gaine cathodique. Cette distribution de potentiel présente ici une barrière de potentiel plus élevée entre les deux barres transversales, résultant de l'absence d'un jambage au centre de la zone de décharge entre lesdites barres. La chute de potentiel entre les deux barres est néanmoins limitée par la présence des jambages 42a, 42b positionnés le long des parois de la cellule. L'intensité du courant électrique I généré par la décharge est présenté en figure 4B en fonction du temps T.

La décharge s'amorce sur la surface de la couche diélectrique recouvrant la première barre transversale (zone d'allumage Za) comme précédemment, puis se heurte ici à la barrière de potentiel provoquée par l'absence de jambage central. Comme l'étalement des électrons à l'anode n'est pas possible, la décharge s'éteint rapidement. Le champ électrique transverse est ici opposé à la direction d'expansion de la décharge de l'avant vers l'arrière de l'élément conducteur. Pour inverser ce champ transverse, il faut déposer suffisamment de charges sur la première barre transversale de manière à compenser la barrière de potentiel. Dès lors, toujours à l'aide du même logiciel de modélisation, on obtient, en cours de décharge et juste avant le début de son expansion, la distribution de potentiel décrite en figure 5 courbe B2 qui permet à la décharge de commencer à se déplacer pour passer ici directement de la barre transversale constituant la zone d'allumage Za à la seconde barre transversale délimitant la zone de fin de décharge Zc, sur laquelle une seconde

gaine cathodique va se créer. Ce passage de la première à la deuxième barre transversale s'effectue sans perte d'énergie et permet d'atteindre un étalement de décharge important. En revanche il est nécessaire d'augmenter fortement le potentiel appliqué aux électrodes de manière à pouvoir sauter la barrière de potentiel et créer et maintenir la formation de seconde gaine cathodique sur la seconde barre transversale; la première partie de la décharge s'effectue donc à une tension très supérieure à la tension normale de fonctionnement, avec pour conséquence une contraction importante de la gaine cathodique sur la première barre transversale et une pulvérisation importante de la surface de magnésie par bombardement ionique et une intensité de courant électrique  $I_1$  plus importante que l'intensité  $I_2$  de la seconde décharge. Le rapport  $I_1$  sur  $I_2$  pour ce type de décharge est encore amélioré grâce à la formation d'une seconde décharge sur la barre transversale constituant la fin de zone d'expansion.

Pour améliorer le rendement lumineux et la durée de vie des panneaux à plasma, il s'agit donc d'inverser la distribution de l'énergie dissipée pendant le déroulement des décharges de manière à dissiper une part importante de l'énergie pendant la période de rendement élevé de la décharge, par exemple de sorte que le rapport  $I_1$  sur  $I_2$  soit minimal. Comme expliqué ultérieurement plus en détail, l'invention vise le maintien et le contrôle du champ électrique transverse de déplacement de la gaine cathodique à un niveau suffisamment élevé pour allonger rapidement la décharge tout en dissipant le minimum d'énergie électrique, puis pour stabiliser la décharge une fois allongée et dissiper alors le maximum d'énergie électrique.

La figure 6 représente schématiquement une zone de décharge 3 de forme rectangulaire délimitée entre ses plus grandes faces par une dalle coplanaire 1 portant une paire d'éléments d'électrodes symétriques 4, 4' disposées de part et d'autre d'un intervalle inter-électrode ou gap 5 et par une dalle d'adressage 2 portant, mais pas nécessairement, une électrode d'adressage X de direction générale perpendiculaire aux éléments d'électrodes 4, 4' et revêtue d'une couche diélectrique 7 ; les extrémités des éléments d'électrodes opposées au gap sont reliées électriquement à un bus conducteur

$Y_c$ , non représenté, qui sert à les alimenter en tension ; les électrodes coplanaires 4, 4' sont revêtues d'une couche diélectrique 6.

La zone de décharge 3 est délimitée non seulement par les dalles, mais également par des barrières disposées perpendiculairement aux dalles (non représentées), et forme ainsi une cellule de décharge.

On appelle  $L_c$ ,  $W_c$ , et  $H_c$  respectivement la longueur, la largeur et l'épaisseur de la cellule de décharge ; chaque élément d'électrode 4, 4' s'étend le long de la plus grande dimension de la cellule, à savoir sa longueur  $L_c$  ; on appelle  $L_e$  la longueur de chaque élément d'électrode le long de cette dimension, entre son bord d'allumage et son bord de fin de décharge ; on appelle  $E1$  l'épaisseur et  $P1$  la permittivité relative de la couche diélectrique au dessus de chaque élément d'électrode 4, 4' ;  $E2$  l'épaisseur et  $P2$  la permittivité relative de la couche diélectrique au dessus de l'électrode d'adressage X ou de la dalle 2 en l'absence d'électrode d'adressage ; la distance  $H_c$  correspond donc à l'épaisseur de gaz entre les deux dalles 1 et 2 ; les éléments d'électrode 4, 4' décrits sur la figure sont en forme de T comme dans l'art antérieur.

Si O correspond au centre de la cellule au niveau du bord d'amorçage, Ox est un axe situé à la surface de la dalle coplanaire dans le plan longitudinal de symétrie de la cellule, qui s'étend en direction du bord de fin de décharge ; Oy est un axe, également situé à la surface de la dalle coplanaire, généralement transversal à l'axe Ox, qui s'étend le long du bord d'allumage en direction d'une paroi latérale de la cellule, et Oz est un axe perpendiculaire à la surface de la dalle coplanaire qui s'étend en direction de la dalle opposée du panneau à plasma.

**L'invention propose principalement** d'ajuster la capacité longitudinale spécifique de la couche diélectrique recouvrant les éléments d'électrodes coplanaires de chaque cellule de manière à créer, avant le début de chaque décharge, un champ électrique transverse positif ou nul en tout point de la zone d'expansion permettant à la décharge de s'étaler rapidement de la zone d'allumage jusqu'à la zone de fin de décharge ou de stabilisation, avec un minimum de dissipation d'énergie dans la zone d'allumage, et un maximum de dissipation d'énergie dans la zone de fin de décharge  $Z_c$  à haut rendement, tout en utilisant des générateurs d'entretien classiques délivrant, entre les

électrodes des différentes paires, des séries classiques d'impulsions de tension d'entretien, où chaque impulsion comprend un palier de tension constante, sans augmentation prononcée du potentiel électrique appliqué.

Pour obtenir l'étalement rapide des décharges dans la zone d'expansion  $Z_b$ , on propose de créer, en surface de la couche diélectrique et avant le début de chaque décharge, un potentiel qui croît de manière continue ou discontinue à partir du début de la zone d'expansion  $Z_b$ , qui correspond à l'extrémité  $x_{ab}$  de la zone d'allumage  $Z_a$ , jusqu'à la fin  $x_{bc}$  de la zone d'expansion, qui correspond au début de la zone de stabilisation  $Z_c$ .

Dans cet intervalle de croissance, selon l'invention, aucun point ne présente un gradient de potentiel négatif ; ce gradient de potentiel est mesuré selon l'axe Ox de symétrie de la zone de déplacement de la gaine cathodique de la décharge dans la direction du déplacement de cette décharge à l'opposé du bord d'allumage ; à ce gradient de potentiel correspond un champ électrique ; selon l'invention, cette croissance du potentiel peut être continue comme expliqué ci-après en référence à la courbe C de la figure 7, ou discontinue par sauts de potentiel, avec au moins un, de préférence deux, paliers de potentiel entre le début et la fin de la zone d'expansion.

La courbe C en pointillés de la figure 7 donne un exemple de croissance continue du potentiel correspondant à un tel champ strictement positif sur toute la surface diélectrique de la dalle 1 correspondant à la zone d'expansion  $Z_c$  ; cet exemple sera développé ultérieurement en référence à la figure 8 : si  $\Delta V$  est la différence de potentiel de la surface de la couche diélectrique entre le début  $x_{ab}$  et la fin  $x_{bc}$  de la zone d'expansion, cette différence est distribuée selon l'invention le long de cet intervalle de manière à générer en tout point de cet intervalle, et ce pour le même potentiel appliqué en tout point de l'élément d'électrode 4 sous la surface de la couche diélectrique, un champ électrique positif orienté dans la direction Ox vers la fin  $x_{bc}$  de la zone d'expansion situé à l'opposé du bord d'allumage.

Pour obtenir, avant le début de chaque décharge, un potentiel croissant de manière continue ou discontinue du début à la fin de la zone d'expansion  $Z_b$  sans modifier le potentiel appliqué aux éléments d'électrodes, on fait varier d'une manière adaptée à l'obtention de ce champ la capacité longitudinale

spécifique de la couche diélectrique recouvrant les éléments d'électrodes au niveau des zones d'expansion ; on a vu en effet que la capacité locale déterminait le potentiel de surface de la couche diélectrique vu par la décharge.

L'obtention de ce potentiel croissant ou de ce champ électrique positif le long de l'axe Ox d'expansion des décharges suppose donc une capacité longitudinale spécifique croissante de la couche diélectrique recouvrant les éléments d'électrodes, du début  $x=x_{ab}$  à la fin  $x=x_{bc}$  de la zone d'expansion  $Z_b$  ; pour chaque élément d'électrode 4, l'extrémité  $x_{ab}$  de la zone d'allumage  $Z_a$  et le début de la zone d'expansion  $Z_a$  correspondent à la position  $x$  sur cet élément à partir de laquelle la capacité longitudinale spécifique commence à croître ; pour chaque élément d'électrode 4, l'extrémité  $x_{bc}$  de la zone d'expansion  $Z_b$  et le début de la zone de stabilisation ou de fin de décharge  $Z_c$  correspondant à la position  $x$  sur cet élément à laquelle on atteint la plus forte capacité longitudinale spécifique.

On définit, pour chaque élément d'électrode, un bord de fin de zone de stabilisation correspondant à une position  $x=x_{cd}$  ; ce bord est opposé au bord d'allumage positionné en  $x=0$  ; au sein de chaque cellule, comme indiqué sur la figure 6, on a  $L_e = x_{cd}$  et on appelle  $L_{max}$  la distance qui sépare les bords de fin de zone de stabilisation des deux éléments d'électrodes 4, 4' de cette cellule.

De préférence, l'extrémité de la zone d'allumage  $x_{ab}$  est inférieure à  $L_e/3$  et le début de la zone de fin de décharge  $x_{bc}$  est supérieur à  $L_e/2$  ; en outre, la longueur de la zone d'expansion  $(x_{bc}-x_{ab})$  représente plus d'un quart de la longueur totale  $L_e$  de l'élément d'électrode, de préférence plus de la moitié de cette longueur.

L'invention peut également présenter une ou plusieurs des caractéristiques suivantes :

- $\Delta V$  est inférieur à 10% du potentiel le plus élevé  $V_{max}$  de la surface de la couche diélectrique le long de l'axe Ox ; la limite supérieure de la différence de potentiel  $\Delta V$  a pour objet de limiter l'augmentation pénalisante du potentiel d'allumage des décharges en deçà de 20% de la tension que l'on devrait appliquer pour obtenir une décharge dans une cellule de structure identique mais à capacité longitudinale

spécifique constante selon l'art antérieur ; de préférence, on choisit une valeur de  $\Delta V$  correspondant à environ 5% du potentiel le plus élevé de la surface de la couche diélectrique le long de l'axe Ox.

- le champ électrique découlant de cette différence de potentiel  $\Delta V$  est en tout point supérieur à 1% de ce potentiel maximum  $V_{\max}$  rapporté à 100  $\mu\text{m}$  de longueur d'élément d'électrode, de manière à assurer un déplacement suffisamment rapide de la gaine cathodique dans ledit intervalle entre la position  $x=x_{ab}$  et la position  $x=x_{bc}$ , et un étalement suffisamment rapide de la décharge ;
- le potentiel maximum de la surface de la couche diélectrique située en deçà de la zone d'expansion dans la zone d'allumage  $Z_a$  comprise entre la position  $x=0$  et  $x=x_{ab}$  est strictement inférieur au potentiel maximum de la surface de la couche diélectrique située au delà de la zone d'expansion dans la zone de stabilisation  $Z_c$  comprise entre la position  $x=x_{bc}$  et  $x=x_{cd}$ , de sorte que le point de fonctionnement stable de la décharge ne puisse pas être la zone d'allumage une fois la décharge amorcée, et que, une fois amorcée, la décharge s'étale forcément le long de la surface de la couche de diélectrique dans la zone d'expansion vers l'extrémité de la zone d'expansion ;
- la capacité totale de la couche diélectrique correspondant à la zone de stabilisation  $Z_c$  comprise entre  $x_{bc}$  et  $x_{cd}$  est strictement supérieure à la capacité totale de la couche diélectrique correspondant à la zone d'allumage  $Z_a$  située entre 0 et  $x_{ab}$ .
- la capacité longitudinale spécifique de la couche diélectrique dans la zone de stabilisation  $Z_c$  est supérieure à la capacité longitudinale spécifique de la couche diélectrique en tout autre point de la zone d'expansion  $Z_b$  et de la zone d'allumage  $Z_a$  ; on obtient ainsi un maximum de dissipation d'énergie dans la zone de fin de décharge  $Z_c$  à haut rendement.

Pour simplifier la définition de l'invention, on définit le potentiel de surface normé  $V_{\text{norm}}$  comme le rapport entre le potentiel de surface  $V$  à un niveau  $x$  de la couche diélectrique pour l'élément d'électrode considéré et le potentiel

maximum possible le long de l'axe Ox pour un élément d'électrode de largeur infinie, c'est à dire supérieur à la largeur  $W_c$  de la cellule.

Si l'on choisit alors un potentiel normalisé de début de zone d'expansion ( $x=x_{ab}$ ) de valeur  $V_{n-ab}$  et un potentiel normalisé de fin de zone d'expansion ( $x=x_{bc}$ ) de valeur  $V_{n-bc}$ , on a, de préférence :  $V_{n-bc} > V_{n-ab}$ ,  $V_{n-ab} > 0,9$ , et  $(V_{n-bc} - V_{n-ab}) < 0,1$ .

En réalisant une distribution de potentiel à la surface de la couche diélectrique telle que décrite ci dessus, on obtient une décharge présentant les propriétés suivantes :

- la décharge s'initie entre les deux extrémités qui se font face des éléments d'électrodes 4, 4', au niveau du gap 5 ; ces extrémités correspondent aux bords d'amorçage ;

- les électrons sont fortement attirés par le champ électrique naturel à l'anode et étalent rapidement la décharge le long de l'anode dans un premier temps,

- les charges positives sont déposées sur la portion de surface de la couche diélectrique située sous la gaine cathodique, et la gaine cathodique se met rapidement en mouvement sous l'effet du champ électrique transverse créé par la différence de potentiel  $\Delta V$ , de sorte que l'intensité du courant initial  $I_1$  de décharge reste faible, et que la part d'énergie électrique de la décharge qui est dissipée dans la première phase de la décharge, avant une expansion significative, reste faible conformément au but poursuivi par l'invention ;

- la décharge s'étend puis se stabilise rapidement entre les deux extrémités  $x_{bc}$  des zones d'expansion de chaque élément d'électrode 4, 4' de sorte que, pendant cette deuxième phase de la décharge, l'intensité du courant électrique est élevée et la part d'énergie électrique de la décharge qui est dissipée dans cette deuxième phase de la décharge et notamment la phase de stabilisation, est importante conformément au but poursuivi par l'invention.

Pour évaluer le potentiel de surface à la surface d'une couche diélectrique dans une cellule coplanaire de panneau à plasma, on procède par modélisation en utilisant le logiciel SIPDP2D version 3.04 déjà cité de la société Kinema

Software, développé en collaboration entre le laboratoire CPAT basé à Toulouse en France et la Société KINEMA RESEARCH aux États Unis ; ce logiciel met en œuvre un modèle 2D de décharges dans les conditions typiques d'un panneau à plasma.

Les entrées de ce modèle comprennent notamment :

- la composition du gaz de décharge : typiquement Xe : 5% - Ne : 95% ;
- les dimensions de la cellule : typiquement, largeur  $W_c$  comprise entre 0,10000E-01 cm et 0,30000E-01 cm, longueur  $L_c$  comprise entre 0,20000E-01 cm et 0,60000E-01 cm ;
- nombre de pas selon la largeur et la longueur de cellule pour définir le profil des deux éléments d'électrode opposés d'une cellule : 48 x 48 ;
- pression du gaz de décharge : typiquement entre 350 et 700 Torr ;
- température du gaz de décharge : 300°K ;  $De/Mue$  (eV) = 1,000 ;
- coefficients d'émission électronique secondaire de la couche de magnésie : 0,500000E-01 pour le Xe, 0,400000 pour le Ne ;
- permittivité relative du diélectrique : typiquement 10,000
- conditions aux parois : 1 (1= « symmetry », 2= « periodic ») ; ce paramètre est sans influence si on définit bien un motif d'élément d'électrode situé entre deux milieux de parois ;
- type d'impulsion : 2 (1= « Single Pulse », 2= « Multi », 3= « Brkdown »), - fin de décharge : 90  $\mu$ s ;
- nombre d'impulsions : typiquement 10 ;
- seuil de fin de décharge : quand la densité d'ions est en deçà de 0,100000E+08  $cm^{-3}$  ;
- définition d'une séquence :
  - i1-i2 i3 "times" : 3            4            2
  - forme des impulsions de tension : « Step » (1) or « Linear » (2) or « sinusoidal » (3) : 1
  - Vel1    Vel2    Vel3    Vel4    Vel5    (durées en  $\mu$ s)
  - 0.00   200.00   0.00   0.00   0.00   20.00

Le logiciel présente donc une grille de 48 pas x 48 pas sur laquelle on rentre, selon une coupe transversale de la cellule pour étudier l'influence de la



largeur d'électrode, en tout point la forme de la couche diélectrique couvrant les électrodes et sa constante diélectrique locale. Puis on positionne sur cette grille des barres de largeur variable représentant d'une part l'élément d'électrode coplanaire sur la dalle coplanaire avant du panneau, d'autre part l'électrode d'adressage sur l'autre dalle arrière. Pour les essais de modélisation, on a choisi une électrode coplanaire de largeur variable centrée sur l'axe Ox.

Après la saisie de la structure, on saisit le potentiel de chacune des électrodes. Évidemment, en fixant 1 volt en face avant et 0 volt sur l'électrode d'adressage de la face arrière, on peut obtenir directement une distribution de potentiel normée entre 0 et 1 sur la surface de la couche diélectrique dans la cellule. Lorsqu'on fait tourner le modèle logiciel, on n'effectue aucune décharge, parce qu'on cherche à obtenir la distribution du potentiel de la couche diélectrique. Les différents essais montrent par ailleurs que, avant ou après une décharge, le modèle donne exactement la même distribution de potentiel à la surface de la couche diélectrique, car la distribution de charges mémoire suit parfaitement les lignes de potentiel. En appliquant 0 et 1 V on ne fera évidemment jamais de décharge, mais on obtiendra la répartition de potentiel de surface souhaité.

Même s'il n'y a pas de décharges simulées, il convient donc de faire tourner le logiciel quelques pas, puis de l'arrêter puis récupérer, dans les tableaux de résultats que délivre le logiciel, les valeurs de potentiel à la surface de la couche diélectrique. Lorsque les électrodes ont un évidement central (cas de subdivision d'éléments d'électrodes, voir plus loin), il convient de retenir comme résultat le potentiel maximum sur la couche diélectrique située sur chaque partie latérale d'élément d'électrode, qui, du fait de l'axe de symétrie, est identique sur chaque partie latérale.

Pour évaluer le potentiel de surface à la surface d'une couche diélectrique au dessus des éléments d'électrodes d'une même zone de décharge d'une dalle coplanaire, on peut également utiliser des méthodes de mesure directe du potentiel à la surface la couche diélectrique, qui sont connues en elle-mêmes et ne seront pas décrites ici en détail ; on effectue alors la mesure au dessus de l'un des éléments d'électrode en appliquant une différence de potentiel constante entre les deux électrodes desservant ladite zone de décharge, ayant

un signe adapté pour que l'élément d'électrode considéré joue le rôle de cathode.

**Selon un premier mode général de réalisation de l'invention**, la distribution conforme à l'invention du potentiel à la surface de la couche diélectrique peut être obtenue en modifiant l'épaisseur ou la permittivité relative de la couche diélectrique recouvrant les éléments d'électrodes de largeur constante. Le rapport entre la valeur du potentiel  $V(x)$  de surface à la position  $x$  et la valeur du potentiel appliqué à l'électrode  $V$  peut être approximé par la relation:

$$V(x) / V = 1 - [ E_1(x) / P_1(x) ] / [ E_1(x) / P_1(x) + H(x) + E_2(x) / P_2(x) ]$$

On appelle  $E_1(x)$  l'épaisseur exprimée en microns et  $P_1(x)$  la permittivité relative de la couche diélectrique au dessus de chaque élément d'électrode 4, 4' à la position  $x$  selon l'axe  $Ox$  d'expansion de la décharge ;  $E_2(x)$  l'épaisseur exprimée en microns et  $P_2(x)$  la permittivité relative de la couche diélectrique au dessus de l'électrode d'adressage  $X$  ou de la dalle 2 en l'absence d'électrode d'adressage, à la position  $x$  selon l'axe  $Ox$  d'expansion de la décharge.

Selon ce premier mode général de réalisation de l'invention, le rapport  $1 - [ E_1(x) / P_1(x) ] / [ E_1(x) / P_1(x) + H(x) + E_2(x) / P_2(x) ]$  est, pour  $0 < x < x_{bc}$ , croissant de manière continue ou discontinue en fonction de  $x$  ; l'évolution de ce rapport dans cet intervalle ne comprend aucun point de croissance négative ; en cas de croissance discontinue par saut, l'évolution de ce rapport comprend de préférence au moins deux paliers dans cet intervalle ; en cas de croissance continue, ce rapport croît de préférence linéairement en fonction de  $x$  (selon une loi de type  $ax+b$ ).

De préférence pour le premier mode de réalisation de l'invention, on réunit en outre une ou plusieurs des conditions suivantes :

- Le rapport  $1 - [ E_1(x) / P_1(x) ] / [ E_1(x) / P_1(x) + H(x) + E_2(x) / P_2(x) ]$  pour  $x_{ab} < x < x_{bc}$  est compris entre 0.9 et 1.
- L'élément d'électrode est de largeur  $W_e(x)$  constante et de longueur adaptée pour que la longueur totale de la zone de décharge en fin de décharge  $L_{max}$ , qui s'étale entre les extrémités opposées des éléments

d'électrode de part et d'autre de l'espace inter-électrode 5, soit inférieure ou égal à  $L_c - 200\mu\text{m}$ ,

- Le rapport  $1 - [E_{1(x)} / P_{1(x)}] / [E_{1(x)} / P_{1(x)} + H_{(x)} + E_{2(x)} / P_{2(x)}]$  pour  $0 < x < x_{ab}$  est strictement inférieur audit rapport pour  $x_{bc} < x < x_{cd}$ ,
- Le rapport  $1 - [E_{1(x)} / P_{1(x)}] / [E_{1(x)} / P_{1(x)} + H_{(x)} + E_{2(x)} / P_{2(x)}]$  pour  $x_{ab} < x < x_{bc}$  est inférieur au dit rapport pour  $x_{bc} < x < x_{cd}$ , et jamais inférieur au dit rapport dans la plage  $0 < x < x_{ab}$  minoré de 5%,

La figure 8 décrit un premier exemple de l'invention selon ce premier mode général de réalisation. Il est difficile de faire varier continûment les propriétés électrostatiques de la couche diélectrique 6 de la dalle 1 ou celle 7 de la dalle 2. La figure 8 décrit la coupe longitudinale d'une cellule selon l'invention dont la distribution du potentiel de surface au centre de la cellule selon l'axe Ox, donnée sur la courbe C de la figure 7, se rapproche de la courbe théorique idéale. Cette cellule, dotée de deux éléments d'électrode identiques 4E, 4E', présente les caractéristiques suivantes :

- chaque élément d'électrode 4E, 4E' présente une largeur constante, comme à la figure 1A de l'art antérieur, et une longueur telle que la distance  $L_{\text{max}}$  séparant leur extrémité respective opposée soit inférieure à  $L_c - 200\mu\text{m}$ ,
- l'épaisseur de cet élément d'électrode 4E, 4E', mesurée le long de l'axe Ox d'expansion de la décharge, diminue entre  $x=0$  et  $x=x_{cd}$  selon trois paliers successifs ; chaque palier correspond à l'un des intervalles suivants :  $[0; x_{ab}]$ ,  $[x_{ab}; x_{bc}]$ ,  $[x_{bc}; x_{cd}]$  ;
- dans la zone de stabilisation  $Z_c$ , chaque élément d'électrode présente, pour  $x_{bc} < x < x_{cd}$ , une épaisseur supérieure à 5 fois l'épaisseur de l'élément d'électrode dans le reste de la zone de décharge ; cette zone de sur-épaisseur correspond généralement au bus d'alimentation des éléments d'électrodes ;
- une première couche diélectrique homogène 6E de permittivité relative P1 recouvre l'ensemble de la zone de décharge : ainsi, par rapport à la zone d'expansion  $Z_b$ , l'épaisseur de cette couche 6E est inférieure dans la zone de stabilisation là où l'élément d'électrode est plus épais ; de préférence, l'épaisseur de la couche diélectrique est adaptée pour

que l'épaisseur de diélectrique dans la zone de stabilisation soit inférieure à la moitié de l'épaisseur diélectrique dans la zone d'expansion  $Z_b$  ;

- une seconde couche diélectrique  $6E'$  de permittivité relative  $P1'$  identique ou inférieure à celle de la première couche  $6E$  recouvre en partie la zone de décharge en dehors de la surépaisseur de l'élément conducteur pour  $0 < x < x_{ab}$ , de sorte que l'épaisseur totale des couches diélectriques  $6E, 6E'$  au niveau de la zone d'allumage  $Z_a$  et en dehors de la zone d'expansion  $Z_b$  soit comprise entre 1,5 et 2 fois l'épaisseur de la couche de diélectrique  $6E$ .

**Un deuxième mode général de réalisation de l'invention** consiste à faire varier la largeur  $W_e(x)$  de l'élément d'électrode dans la zone d'expansion de décharge  $Z_b$ , de manière à faire croître le potentiel de surface de la couche diélectrique selon la loi de base propre à l'invention définie ci-dessus ; on garde alors, pour simplifier, une couche diélectrique d'épaisseur et de composition homogènes dans la zone d'expansion.

La figure 9 présente graphiquement la loi générale reliant la largeur d'élément d'électrode  $W_{e-ua}$  (échelle logarithmique en unité arbitraire « u.a. ») et le potentiel normé  $V_{norm}$  qu'on obtient en surface de la couche diélectrique couvrant cet élément d'électrode avant une décharge, où  $V_{norm}$  a été précédemment défini.

Comme l'illustre cette figure, cette évolution se décompose en deux parties :

- pour le domaine où  $V_{norm}$  est compris entre 0 et 0,98, la relation permettant de déterminer  $W_e$  pour une valeur de potentiel de surface normalisée  $V_{norm}$  souhaitée est du type :  $W_e = b \cdot \exp(a \cdot V_{norm})$
- pour le domaine où  $V_{norm}$  est compris entre 0.98 et 1, la relation entre la largeur d'électrode et le potentiel de surface de la couche diélectrique diverge de sorte que  $V_{norm}=1$  ne pourrait être obtenu que pour une électrode de largeur  $W_e$  infinie.

On s'intéresse préférentiellement à la partie de cette courbe comprise entre 0 et 0.98, et notamment la partie de cette courbe située entre  $V_{norm} = 0.9$

et  $V_{\text{norm}} = 0.98$  qui correspond, comme indiqué précédemment, au domaine préférentiel de potentiel de surface de l'invention ; dans cette partie de la courbe, la relation entre  $W_e(x)$  et  $V_{\text{norm}}(x)$  s'exprime alors comme suit :

$$W_e(x) = W_{e-ab} \cdot \exp \{ a \cdot [V_{\text{norm}}(x) - V_{n-ab}] \} \quad (1)$$

où  $W_{e-ab} = b \cdot \exp [ a \cdot V_{n-ab} ]$  représente la largeur de l'élément d'électrode en  $x=x_{ab}$  au début de la zone d'expansion permettant d'obtenir, à cet endroit et avant le début d'une décharge, le potentiel de surface de la couche diélectrique  $V_{n-ab}$ ,

où  $W_{e-bc} = W_{e-ab} \cdot \exp [ a \cdot (V_{n-bc} - V_{n-ab}) ]$  représente la largeur de l'élément d'électrode en  $x=x_{bc}$  à la fin de la zone d'expansion permettant d'obtenir, à cet endroit et avant le début d'une décharge, le potentiel de surface de la couche diélectrique  $V_{n-bc}$ .

La relation (1) ci-dessus permet de définir un profil idéal de largeur  $W_{e-id}(x)$  de zone d'expansion  $Z_b$  d'élément d'électrode en fonction de la distribution de potentiel que l'on souhaite obtenir, selon l'invention, à la surface de la couche diélectrique entre la valeur  $V_{n-ab}$  en début de zone d'expansion et la valeur  $V_{n-bc}$  en fin de zone d'expansion ; selon l'invention, cette distribution correspond à un potentiel croissant de manière continue ou discontinue entre ces deux valeurs, de sorte que le gradient de potentiel ou champ électrique est positif ou nul quel que soit  $x$  compris entre  $x_{ab}$  et  $x_{bc}$ .

Le paramètre «  $a$  » de la relation (1) dépend principalement de la capacité surfacique spécifique de la couche diélectrique 6 de la dalle 1. On appelle  $E1(x)$  l'épaisseur exprimée en microns et  $P1(x)$  la permittivité relative de la couche diélectrique au dessus de l'élément d'électrode considéré 4. On a constaté expérimentalement que la paramètre «  $a$  » variait en racine carrée du rapport  $P1/E1$  selon la relation :  $a = 29 \cdot \sqrt{(P1/E1)}$ , de sorte que plus la capacité surfacique spécifique de la couche diélectrique est forte et plus le coefficient «  $a$  » est élevé, c'est à dire plus la largeur  $W_{e-id}(x)$  de l'élément d'électrode croît rapidement en fonction de  $x$ .

$W_{e-ab}$  à l'entrée de la zone d'expansion dépend directement du choix de  $V_{n-ab}$ . Pour  $V_{n-ab} = 0.9$ , on choisit de préférence  $W_{e-ab}$  en fonction de  $E1/P1$  selon la relation  $W_{e-ab} (V_{n-ab} = 0.9) = 4.6 \cdot \sqrt{E1} \times [ \sqrt{(P1/E1)} - 0.85 ]$  (le signe  $\sqrt{\quad}$  signifie « racine carrée »). Pour une autre valeur de  $V_{n-ab}$  comprise entre 0.9 et

0.98 on peut facilement retrouver la valeur de  $W_{e-ab}$  correspondante en utilisant la formule suivante :

$$W_{e-ab} = W_{e-ab} (V_{n-ab} = 0.9) \cdot \exp[a \cdot (V_{n-ab} - 0.9)]$$

Dans le cas particulier de l'invention où le potentiel de surface croît linéairement entre la valeur  $V_{n-ab}$  et  $V_{n-bc}$ , c'est à dire où  $V(x)$  est une fonction affine, on a :  $V(x) = (x-x_{ab})x(V_{n-bc}-V_{n-ab})/(x_{bc}-x_{ab}) + V_{n-ab}$ .

On peut alors définir facilement la largeur idéale  $W_{e-id-0}(x)$  de l'élément d'électrode en fonction de  $x$ , selon la relation suivante :

$$W_{e-id-0}(x) = W_{e-ab} \cdot \exp \left\{ 29 \cdot \sqrt{(P1/E1)} \cdot (x-x_{ab})x(V_{n-bc}-V_{n-ab})/(x_{bc}-x_{ab}) \right\} \quad (2)$$

Cette relation (2) définit le profil idéal préférentiel de l'invention  $W_{e-id-0}$ , qui permet d'aboutir à une distribution linéaire du potentiel de surface dans la zone d'expansion.

A l'aide du logiciel de modélisation précédemment décrit, on obtient la distribution représentée à la courbe A de la figure 7 du potentiel en surface de la couche diélectrique, selon l'axe Ox d'expansion de décharge ; on constate que le potentiel de surface croît bien linéairement dans la zone d'expansion  $Z_a$  entre  $x=x_{ab}$  et  $x=x_{bc}$ .

Par rapport à ce profil idéal préférentiel  $W_{e-id-0}$ , on peut définir un profil de limite inférieure  $W_{e-id-inf}$  et un profil de limite supérieure  $W_{e-id-sup}$ , selon les relations :  $W_{e-id-inf} = 0,85 W_{e-id-0}$  et  $W_{e-id-sup} = 1,15 W_{e-id-0}$  soit un écart de respectivement -15% et +15% par rapport au profil idéal préférentiel en largeur.

Dans le cadre du deuxième mode général de réalisation de l'invention, on a constaté que tout profil d'élément d'électrode qui était compris entre ce profil de limite inférieure  $W_{e-id-inf}$  et ce profil de limite supérieure  $W_{e-id-sup}$  permettait d'aboutir à une distribution croissante continue ou discontinue du potentiel entre le début et la fin de la zone d'expansion  $Z_a$ , selon la caractéristique générale essentielle de l'invention.

On considère dans l'invention que les modes classiques de réalisation de couches diélectriques limitent le rapport  $P1/E1$  de sorte que, généralement, on a :  $0,2 < P1/E1 < 0,8$  et de sorte qu'il est préférable, pour limiter la quantité d'énergie dissipée au début des décharges, de choisir une largeur  $W_{e-ab}$  d'élément conducteur inférieure ou égale à 50  $\mu m$  en début  $x_{ab}$  de zone

d'expansion  $Z_b$  et une largeur  $W_{e-bc}$  en fin  $x_{bc}$  de zone d'expansion, supérieure strictement à cette valeur. Cependant, pour éviter d'avoir à utiliser des tensions de fonctionnement trop élevées (qui coûtent cher à mettre en œuvre), on accepte de perdre un peu d'énergie au début des décharges, et on choisit généralement une largeur  $W_{e-ab}$  d'élément conducteur légèrement supérieure à cette valeur.

La réalisation des éléments conducteurs d'électrode fait appel à des technologies de fabrication qui ont évidemment des limites en précision. La précision de réalisation des électrodes ne remet pas en cause l'application de l'invention, dans la mesure où la largeur d'électrode  $W_{e(x)}$  dans la zone d'expansion  $Z_b$  selon l'axe  $Ox$  ne varie pas de plus ou de moins 15% par rapport aux valeurs définies dans l'invention.

Nous venons de décrire le profil idéal de la largeur d'électrode selon l'axe  $Ox$  dans la direction d'expansion de la décharge, dans la zone  $Z_b$  d'expansion de la décharge.

En ce qui concerne la définition d'un profil idéal de l'élément d'électrode dans la zone de stabilisation, pour dissiper, comme on l'a vu, le maximum d'énergie dans la décharge lorsque celle-ci est à son point optimal d'expansion, c'est à dire au moment où la décharge quitte la zone d'expansion  $Z_b$  et entre dans la zone de stabilisation  $Z_c$ , il convient que la capacité longitudinale spécifique de la couche diélectrique dans la zone  $Z_c$  soit supérieure à la capacité longitudinale spécifique de la couche diélectrique en tout autre point de la zone de décharge. Si  $W_s$  est la largeur de l'élément d'électrode dans la zone de stabilisation, de préférence, on choisit  $W_s$  aussi élevé que possible, donc relativement proche de  $W_c$  (largeur de la cellule) et on choisit  $W_{e-bc}$  inférieur ou égal à  $W_s$ .

Les figures 10A, 10B, 10C, 10D représentent des exemples de formes d'éléments d'électrode conformes à ce deuxième mode général de réalisation de l'invention, selon une vue de dessus (axe  $Oz$  de la figure 6) d'une demi-cellule d'écran de visualisation à plasma:

Sur la figure 10A, un élément de forme pleine (zone hachurée) dont les contours, sous la zone d'expansion  $Z_b$  répondent aux conditions spécifiques de

ce deuxième mode de réalisation de l'invention ; de préférence, la zone de l'élément d'électrode qui est hachurée sur la figure est réalisée en matériau conducteur transparent ; au contraire la zone 101 de l'élément d'électrode qui est noircie sur la figure, qui correspond au bus conducteur  $Y_c$ ,  $Y'_c$  de l'électrode  $Y$ ,  $Y'$ , est réalisé en matériau conducteur, généralement opaque et d'épaisseur supérieure à celui de la zone hachurée, de sorte que l'épaisseur de la couche diélectrique 6 est inférieure dans la zone hachurée ; le bus conducteur  $Y_c$  est positionné de préférence en dehors de la zone de décharge de manière à ne pas obscurcir la lumière visible émise par la couche luminophore recouvrant les parois internes de la cellule de décharge.

**On a constaté que les parois des cellules** jouaient un rôle important sur le comportement et l'efficacité de production de rayonnements ultraviolets de la décharge, notamment au niveau de zones de l'élément d'électrode qui sont situées au voisinage de ces parois, dans les zones où cet élément présente une largeur  $W_e$  proche de la largeur  $W_c$  de la cellule. Au voisinage des parois, il existe donc dans chaque cellule une zone d'influence dans laquelle on constate une augmentation importante des pertes de particules chargées ou excitées du plasma, qui provoque des pertes énergétiques, une baisse du rendement lumineux, et une dégradation des luminophores généralement déposés sur ces parois. Dans les conditions classiques de fonctionnement des écrans de visualisation à plasma, cette zone d'influence des parois s'étend typiquement jusqu'à une distance des parois comprise entre 30 et 50  $\mu\text{m}$ , en fonction, notamment, de la composition et de la pression du gaz de décharge. De préférence, dans la zone de stabilisation de la décharge  $Z_c$ , on limite les pertes énergétiques résultant de cet effet de parois en choisissant de préférence une largeur  $W_s$  d'élément d'électrode inférieure à  $W_c - (2 \times 30 \mu\text{m}) = W_c - 60 \mu\text{m}$  mais proche de cette valeur.

Les éléments d'électrodes sont reliées, en arrière des zones d'allumage et d'expansion, au bus  $Y_b$  des électrodes coplanaires  $Y$ ,  $Y'$ . Deux options peuvent se présenter :



- soit on intègre le bus à la zone de stabilisation, auquel cas on se heurte aux inconvénients d'effet de paroi précités résultant d'une largeur trop élevée de la zone de stabilisation ; ce cas est illustré à la figure 2C décrite ci-après ;

- soit on recule le bus derrière la zone de stabilisation, auquel cas on se heurte au problème de la connexion des éléments d'électrodes au bus ; le bus est alors de préférence positionné au niveau d'un paroi de la cellule et on utilise alors des éléments de raccordement des éléments d'électrodes au bus qui présentent une largeur très inférieure à celle de la zone de stabilisation ; ce cas est illustré aux figures 10B et 10D décrites ci-après.

L'exemple de la figure 10B est similaire à celui de la figure 10A déjà décrite, mais, dans la zone de stabilisation de décharge, l'élément d'électrode présente ici une largeur inférieure à la largeur  $W_c$  de la cellule, et est séparée du bus conducteur 101 par une épaisseur isolante 151 de la paroi horizontale 15 de la cellule, sauf en une zone 102 de contact électrique, de manière à ne pas permettre à la décharge de pénétrer dans la zone d'influence de paroi à faible rendement lumineux ; la largeur de la zone de contact électrique 102 est généralement comprise entre 50  $\mu\text{m}$  et 150  $\mu\text{m}$  de manière à ne pas augmenter la résistance de contact entre le bus conducteur  $Y_c$  et la zone de stabilisation de décharge  $Z_c$ . On améliore donc encore le rendement lumineux et la durée de vie des luminophores en utilisant la structure de la figure 10B.

En réduisant ainsi la surface d'électrode dans la zone de stabilisation de décharge, on réduit également en partie la capacité totale de la couche diélectrique dans ladite zone, de sorte que la luminance de la décharge peut être réduite.

L'exemple de la figure 10C reprend la structure générale de la figure 10B, le bus conducteur étant cette fois intégré à la zone de stabilisation de décharge  $Z_c$  et éloigné de la zone d'influence de paroi, de sorte que la moindre épaisseur de la couche diélectrique recouvrant le bus conducteur augmente la capacité surfacique spécifique le long du bus conducteur et augmente ici la capacité de la zone de stabilisation de décharge. On augmente ainsi le temps et la luminance de la décharge. L'exemple de la figure 10D est une variante de

l'exemple de la figure 10C, permettant de réduire l'opacité du bus conducteur dans la zone d'émission de lumière visible du luminophore.

**Les figures 11A à 11D illustrent d'autres exemples du deuxième mode général de réalisation de l'invention.**

Le procédé d'alignement pour l'assemblage de la dalle 1 avec la dalle 2 ne permet pas toujours d'aligner des motifs non parallèles ou perpendiculaires entre eux. Il peut donc être préférable de ne pas utiliser une électrode dont les contours seraient courbes comme précédemment décrit. Le but poursuivi par l'invention peut être atteint en générant une augmentation discontinue par sauts de potentiel en surface de la couche diélectrique, en utilisant des portions successives d'élément conducteurs de largeur croissante.

La figure 11A illustre un exemple identique à celui de la figure 10C à la différence près que, sous la zone d'expansion, l'élément d'électrode est formé d'un conducteur central de largeur étroite  $W_r$  reliant électriquement une succession de segments conducteurs de largeur constante  $W_{e1}$ ,  $W_{e2}$ ,  $W_{e3}$  s'étendant transversalement au conducteur central dans l'ordre de largeur croissante selon des positions moyennes de ces segments repérées  $x_1$ ,  $x_2$ ,  $x_3$  sur l'axe  $Ox$  ; selon l'invention, on vérifie que les valeurs de largeur  $W_{e1}$ ,  $W_{e2}$ ,  $W_{e3}$ , rapportées aux positions  $x_1$ ,  $x_2$ ,  $x_3$  sur l'axe  $Ox$  sont bien comprises entre le profil de limite inférieure  $W_{e-id-inf}$  et le profil de limite supérieure  $W_{e-id-sup}$  précédemment décrits, qui s'écartent respectivement de  $-15\%$  et de  $+15\%$  du profil idéal linéaire  $W_{e-id-0}$  précédemment défini pour le deuxième mode général de réalisation de l'invention ; pour évaluer cette conformité à la définition de l'invention, on prend en compte le contour dessiné en traits discontinus reliant les extrémités de chaque segment conducteur. L'espacement  $(x_2 - x_1)$ ,  $(x_3 - x_2)$  entre les segments successifs est de préférence décroissant selon la direction  $Ox$  ; le nombre de segments conducteurs est généralement compris entre 3 inclus et 5 inclus.

Le procédé de fabrication des éléments conducteurs peuvent ne pas permettre de réaliser des segments suffisamment fins, notamment dans la partie de la zone d'expansion la plus proche de la zone de démarrage de la décharge. Il est alors possible d'utiliser un même et unique segment de faible

largeur  $W_{e1}$  sur une première partie de la zone d'expansion  $Z_b$  située entre  $x_{ab}$  et une valeur  $x_{b1}$ , du moment que la longueur  $x_{b1}-x_{ab}$  de la partie de zone d'expansion correspondant à ce premier segment est inférieure à la moitié de la longueur de la zone d'expansion  $x_{bc}-x_{ab}$ .

La figure 11B illustre un exemple identique à celui de la figure 11A à la différence près que les segments s'étendent ici dans la même direction que l'axe Ox ; comme à la figure 11A, leurs extrémités définissent en pointillés un contour conforme à 15% près au contour idéal linéaire d'élément d'électrode  $W_{e-id-0}$

La figure 11C illustre un exemple identique à celui de la figure 10C à la différence près que, sous la zone d'expansion, l'élément d'électrode comprend une première zone rectiligne de largeur égale à  $W_{e-ab}$  ou à la largeur minimale permise par le procédé de fabrication et de préférence inférieure à  $50\mu m$ , et une seconde zone trapézoïdale dont la plus petite base est égale à la largeur de la zone rectiligne. Les dimensions de la première et de la deuxième zone sont choisies de manière que le contour de l'élément d'électrode s'inscrive globalement entre le profil de limite inférieure  $W_{e-id-inf}$  et le profil de limite supérieure  $W_{e-id-sup}$  précédemment décrits, qui s'écartent respectivement de  $-15\%$  et de  $+15\%$  du profil idéal linéaire  $W_{e-id-0}$  précédemment défini pour le deuxième mode général de réalisation de l'invention. L'élément d'électrode selon cette variante permet d'obtenir un effet sensiblement identique à celui d'un contour idéal en supprimant toutefois avantageusement certaines contraintes de fabrication. De préférence on utilisera une première zone rectiligne de longueur inférieure ou égale à  $100\mu m$ .

La figure 11D illustre une variante de la figure 11A où la distance entre les segments d'électrode est nul. Le contour de l'élément d'électrode est alors en forme d'escalier selon l'axe Ox d'étalement de la décharge dans la zone d'expansion  $Z_b$ .

On va maintenant définir des géométries optimales d'élément d'électrodes coplanaires non plus au niveau des zones d'expansion comme précédemment décrit, mais **au niveau des zones d'allumage  $Z_a$** , pour améliorer le rendement lors des phases d'allumage ; ces géométries sont

applicables à tout type d'élément d'électrodes, notamment aux éléments d'électrodes selon le deuxième mode général de réalisation de l'invention.

Les principales conditions pour aboutir à la définition de géométries optimales sont les suivantes : minimiser la tension d'allumage  $V_a$ , limiter le courant électrique  $I_a$  pendant la phase d'allumage, et obtenir en surface du diélectrique de la zone d'allumage un potentiel qui soit égal et non supérieur au potentiel de début de phase d'expansion ; on voit sur les courbes B1 et C de la figure 5 que cette dernière condition n'est pas remplie, puisqu'il existe une zone d'intervalle de valeurs de  $x$  proche du bord d'allumage où ce potentiel présente un maximum.

En ce qui concerne l'allumage, les lois bien connues de Paschen permettent de définir la tension électrique  $V_a$  à appliquer entre les électrodes d'une même paire d'entretien pour déclencher une avalanche électronique dans le gaz de décharge remplissant les zones de décharge entre les dalles d'un panneau à plasma, et pour générer ainsi une décharge de plasma ; ces lois établissent les relations de cette tension avec, notamment, la nature et la pression du gaz de décharge, la distance ou « gap » séparant les bords de décharge des deux électrodes.

Selon ces lois, seul l'environnement proche du gap inter-électrodes, c'est à dire la longueur des bords d'électrode en vis à vis, a une incidence significative sur la valeur de cette tension d'allumage ; ainsi, dans les éléments d'électrode de l'art antérieur déjà décrits en forme de T, c'est la barre transversale du T qui correspond à cet environnement proche et constitue la zone d'allumage  $Z_a$  de la décharge ; en se reportant à la figure 3A, la zone d'allumage de l'élément d'électrode est référencée 31, et se différencie de la zone d'expansion  $Z_b$  de ce même élément, référencée 32.

En pratique un élément d'électrode dont le bord d'allumage serait très étroit, comme décrit plus haut dans les exemples du deuxième mode général de réalisation de l'invention, par exemple un élément d'électrode doté uniquement d'une zone d'expansion et dont la largeur, au niveau du bord d'allumage, serait de l'ordre de  $W_{e-ab}$ , modifierait l'uniformité du champ électrique et le gain d'avalanche de la décharge, avec pour conséquence une augmentation des tensions de fonctionnement et une augmentation du retard

de la décharge pour une tension donnée, avec des conséquences sur le coût de l'électronique de puissance et la vitesse d'adressage de l'écran de visualisation à plasma.

On a schématisé sur la figure 13 les zones d'allumage de deux éléments d'électrodes d'une même cellule de décharge ; la largeur du front d'allumage est  $W_a$ , la « longueur » de la zone d'allumage, mesurée selon l'axe Ox défini précédemment, vaut  $L_a$  et correspond au niveau où commence la zone d'expansion (non représentée) et où la largeur de la zone d'expansion est minimale  $W_{e-ab}$ .

On a représenté en figure 12 l'évolution de la tension d'allumage  $V_a$  normalisée (courbe trait plein) en fonction de la largeur  $W_a$  du front d'allumage. Lorsque la largeur  $W_a$  diminue, l'augmentation du potentiel d'allumage (courbe pleine) résulte de deux effets:

- le potentiel en surface de la couche diélectrique diminue en fonction de la largeur d'électrode comme on a pu le montrer précédemment, ce qui impose d'augmenter le potentiel d'allumage par simple effet électrostatique (courbe pointillés gras)
- le gain d'avalanche dépend du nombre de charges primaires présente dans la zone où l'allumage est possible selon les conditions de Pashen; plus cette zone est large et plus le nombre de charges primaires sera important; une zone d'allumage large permet donc d'augmenter le gain d'avalanche et de réduire le potentiel d'allumage (courbe pointillés fins).

Ainsi, plus la largeur  $W_a$  de la zone d'allumage est grande et plus le potentiel d'allumage est faible. Il existe une largeur minimale  $W_{a-min}$  au dessus de laquelle la tension d'allumage  $V_a$  n'est pas ou peu modifiée par la largeur  $W_a$  du front d'allumage. Cette valeur de  $W_{a-min}$  correspond à la largeur critique au delà de laquelle les parois provoquent des pertes non négligeables sur des particules primaires créées dans l'espace situé entre  $W_{a-min}$  et  $W_c$ .

Pour améliorer les conditions d'allumage, il est nécessaire de réduire la capacité globale de la couche diélectrique dans la zone d'allumage de manière à diminuer le courant électrique  $I_a$  de la décharge lorsque la gaine cathodique de la décharge est située dans la zone d'allumage. Si la largeur  $W_a$  de la zone

d'allumage de l'élément d'électrode doit être relativement élevée pour conserver une tension d'allumage faible, il est donc préférable que la surface d'allumage soit suffisamment faible pour ne pas générer un courant d'allumage  $I_a$  trop élevé. Toute augmentation de largeur de zone d'allumage au delà de  $W_{a-min}$  apporte peu de particules primaires supplémentaire et pas ou peu d'augmentation électrostatique du potentiel de surface. Typiquement la zone d'influence de paroi, comprise entre  $W_{a-min}$  et  $W_c$ , s'étend à au plus de 50  $\mu m$  de chaque paroi latérale. On choisira donc de préférence une largeur de front d'allumage  $W_a$  supérieure ou égale à  $W_c - 100$  microns pour obtenir le potentiel d'allumage le plus faible ; de préférence, dans le cas de cellules de largeur supérieure à 400  $\mu m$ ,  $W_a$  ne dépasse pas 300  $\mu m$ . De préférence, la largeur de la zone d'allumage sera voisine de  $W_c - 100$  microns de manière à limiter la surface et donc la capacité de la couche diélectrique dans la zone d'allumage. Pour conserver une capacité faible dans la zone d'allumage, ceci implique, comme expliqué ci-après, que l'autre dimension  $L_a$  de la zone d'allumage, soit relativement petite.

Seule la largeur  $W_a$  des bords d'éléments d'électrode en vis à vis influe sur l'uniformité du champ électrique et le nombre de particules primaires entraînant l'effet d'avalanche. La longueur  $L_a$  du front d'allumage ne change que la valeur du potentiel en surface de la couche diélectrique le long de la zone d'allumage. La variation du potentiel de surface selon cette longueur  $L_a$  est similaire à la variation donnée pour la largeur d'électrode  $W_e$  dans la zone d'expansion. Pour conserver un potentiel de surface de la couche diélectrique dans la zone d'allumage identique au potentiel de surface au niveau du début de la zone d'expansion selon l'une des conditions énoncée ci-dessus, on choisira de préférence la longueur  $L_a$  de l'élément d'électrode égale à  $W_{e-ab}$ . Pour réduire la tension d'allumage  $V_a$ , il est possible d'augmenter la longueur  $L_a$  de l'élément d'électrode dans la zone d'allumage au delà de  $W_{e-ab}$ . L'expérience montre qu'une longueur supérieure à 80  $\mu m$  ne permet plus de réduire sensiblement le potentiel de surface mais augmente fortement l'intensité du courant  $I_a$  de la décharge dans la zone d'allumage, ce qui est préjudiciable au rendement lumineux. Lorsque la longueur  $L_a$  d'élément d'électrode dans la zone d'allumage est comprise entre  $W_{e-ab}$  et 80  $\mu m$ , la distribution du potentiel de surface du

diélectrique selon l'axe Ox d'expansion de décharge prend alors la forme de la courbe B de la figure 7 (traits discontinus), qui présente avantageusement, dans la zone d'allumage, un maximum plus faible que celui des courbes B1 et C de la figure 5 pour des intervalles de valeurs de x comparables.

Il est également possible de choisir  $W_a > W_{a-min}$  en adoptant de préférence les dispositions ci-après. On a vu que  $W_{a-min}$  correspondait à la largeur au delà de laquelle les parois provoquent une réduction importante de potentiel de surface de la couche diélectrique et des pertes non négligeables de particules primaires créées dans l'espace situé entre  $W_{a-min}$  et  $W_c$ . Dans la zone d'allumage  $Z_a$ , on peut alors distinguer une zone centrale  $Z_{a-c}$  pour laquelle, en tout point,  $y \leq W_{a-min}/2$  et deux zones latérales  $Z_{a-p1}$ ,  $Z_{a-p2}$  de part et d'autre de la zone centrale pour lesquelles, en tout point,  $y > W_{a-min}/2$ . Dans les zones latérales  $Z_{a-p1}$ ,  $Z_{a-p2}$ , il importe alors de préférence que le gap inter-électrode soit strictement inférieur à la valeur qu'il a au niveau de la zone centrale  $Z_{a-c}$ . Un tel profil de zone d'allumage est décrit à la figure 14. Ce type de profil permet avantageusement d'aboutir à une surface d'élément d'électrode encore plus petite dans la zone d'allumage, et donc d'obtenir plus facilement une capacité faible de la couche diélectrique dans cette zone.

La réduction du gap séparant les deux éléments d'électrodes au niveau des zones latérales  $Z_{a-p1}$ ,  $Z_{a-p2}$  proches de parois permet d'augmenter le champ électrique dans cette zone et de compenser la réduction de particules primaires résultant de l'effet de paroi en adaptant localement les conditions de Pashen. On obtient ainsi une réduction du potentiel d'allumage, à surface de zone d'allumage constante, ou une réduction de la surface de zone d'allumage à potentiel d'allumage constant.

Les exemples de zone d'allumage des figures 13, 14 peuvent être combinées avec toute autre zone d'expansion  $Z_b$  et zone de stabilisation  $Z_c$  décrites dans les exemples des figures 10 et 11, comme le montrent les figures 15A et 15B reprenant la structure générale de figure 10C complétée de zones d'allumage des figures respectives 13 et 14.

On va maintenant décrire une **configuration privilégiée d'éléments d'électrode applicable notamment au deuxième mode général de réalisation de l'invention.**

Lorsque, comme décrit ci-dessus, l'expansion de la décharge s'effectue au centre de la cellule le long de son axe longitudinal central Ox, la décharge bénéficie de conditions optimales de champ électrique. En effet, on constate que la distribution du potentiel à la surface du diélectrique, évaluée cette fois le long de l'axe Oy mais toujours avant les décharges, présente un maximum au centre de la cellule, donc au niveau  $y=0$ . Ce potentiel diminue progressivement en direction de la paroi de la cellule, c'est à dire en direction des barrières ( $|y|$  croissant). En effet, la capacité formée par ces parois entre les deux dalles du panneau diminue faiblement mais progressivement le potentiel de surface sur la couche diélectrique le long de l'axe Oy, de sorte que la décharge reste centrée sur l'axe central Ox de la cellule, à la surface de la couche diélectrique recouvrant les éléments d'électrode coplanaire de la dalle 1, et de sorte que la décharge, c'est à dire la source de photons ultraviolets, se trouve à une distance maximale de chaque paroi recouverte de luminophore (barrières 15, 16 généralement supportées par la dalle 2).

Pour améliorer la distribution de production de photons ultraviolets et uniformiser la dissipation d'énergie dans la cellule par réduction de la densité instantanée de courant, **on subdivise de préférence la zone d'expansion en deux trajectoires d'expansion plutôt qu'une**, comme dans les électrodes en U précédemment décrites en référence aux documents EP0782167 et EP0802556 ; la zone d'expansion de l'élément d'électrode selon l'invention se subdivise alors en deux zones latérales  $Z_{b-p1}$ ,  $Z_{b-p2}$  symétriques par rapport à l'axe Ox ; l'élément d'électrode selon l'invention se subdivise alors en deux éléments conducteurs latéraux, et la somme  $W_{e-p1}(x) + W_{e-p2}(x)$  de la largeur de chaque élément latéral remplit les conditions propres au deuxième mode général de réalisation de l'invention défini ci-dessus, de manière à être comprise entre le profil de limite inférieure  $W_{e-id-inf}$  et le profil de limite supérieure  $W_{e-id-sup}$  précédemment décrits, qui s'écartent respectivement de  $-15\%$  et de  $+15\%$  du profil idéal linéaire  $W_{e-id-0}$  précédemment défini. La figure 16 représente un élément d'électrode selon ce mode préférentiel de réalisation



de l'invention, où les deux éléments conducteurs latéraux donnent lieu à deux zones d'expansion  $Z_{b-p1}$  et  $Z_{b-p2}$  disposées symétriquement par rapport à l'axe longitudinal Ox de symétrie de la cellule.

De préférence, la plus grande partie de chaque zone latérale d'expansion de l'élément conducteur latéral est distante de plus de 30  $\mu\text{m}$  de la paroi latérale de la cellule, pour éviter les influences néfastes de paroi décrites plus haut.

Les exemples des figures 18A, 18B, 18C, 18D reprennent le schéma général d'élément d'électrode présenté en figure 10C, à la différence près que l'élément d'électrode est ici subdivisé en deux éléments conducteurs latéraux symétriques par rapport à l'axe central Ox de la cellule, tant au niveau de la zone d'expansion  $Z_b$  que de la zone d'allumage  $Z_a$ ; la largeur totale  $W_e$  des éléments conducteurs latéraux vérifie, dans la zone d'expansion  $Z_b$ , la loi générale définie ci-dessus en référence au deuxième mode général de réalisation de l'invention; ainsi, la décharge s'étale selon deux directions générales parallèles tant au niveau de la zone d'allumage  $Z_a$  que de la zone d'expansion  $Z_b$ .

Dans l'exemple de la figure 18A, les deux éléments conducteurs latéraux dans la zone d'expansion  $Z_b$  présentent chacun un bord latéral voisin de la paroi qui est parallèle à celle-ci et sont ici très éloignés de l'axe central Ox de la cellule, de manière à réduire avantageusement l'influence électrostatique qu'ils ont l'un sur l'autre. Chaque zone d'allumage d'un élément conducteur possède une largeur d'électrode  $W_{a1}$  et  $W_{a2}$  inférieure à  $W_{e-ab}$ .

Mais, lorsque les deux éléments conducteurs latéraux axio-symétriques sont ainsi fortement éloignés, on constate que la distribution du potentiel à la surface du diélectrique évaluée cette fois le long de l'axe Oy, dans les zones latérales d'allumage  $Z_{a-p1}$ ,  $Z_{a-p2}$  et avant les décharges, présente un minimum au centre  $y=0$  de la cellule. La présence d'un minimum au centre de la cellule et la barrière centrale transversale de potentiel qui en résulte limite désavantageusement la zone d'excitation de la décharge. La figure 17 illustre ce point. Cette figure donne le potentiel de surface de la couche diélectrique  $V_{0\_norm}$  normalisé au centre  $y=0$  de la cellule en fonction de la distance  $y_1=y_2$  en  $\mu\text{m}$  entre le centre de la cellule et l'un ou l'autre bord d'élément conducteur

latéral axio-symétrique tourné vers ce centre, pour des conditions typiques de fonctionnement de cellules d'écran de visualisation à plasma. On constate que le potentiel de surface  $V_{0-norm}$  est affecté à moins de 5% pour une distance au centre  $y_1=y_2$  inférieure à environ 100 microns, et est stable pour une distance au centre inférieure à 50 microns. De préférence, pour conserver un potentiel de surface de la couche diélectrique suffisamment élevé au niveau de l'axe longitudinal de la cellule, on choisira pour distance  $2y_1=2y_2$  entre les bords des deux éléments conducteurs latéraux axio-symétriques une valeur comprise entre 100 et 200 microns. L'exemple de la figure 18B illustre ce mode préférentiel de réalisation : cet exemple est similaire à celui de la figure 18A, à la différence près que la distance entre les bords des deux éléments conducteurs latéraux est comprise entre 100 et 200  $\mu m$ .

Lorsque l'on rapproche ainsi les deux éléments conducteurs latéraux axio-symétriques, on améliore sensiblement les propriétés d'allumage de la décharge. En revanche, au niveau des zones d'expansion, l'influence électrostatique d'un élément conducteur latéral sur l'autre augmente et perturbe l'évolution du potentiel de surface sur la couche diélectrique au dessus de chaque élément conducteur latéral, au point que l'on s'écarte de l'objectif général de potentiel croissant poursuivi par l'invention même si la largeur totale  $W_e$  des éléments conducteurs vérifie, dans la zone d'expansion  $Z_b$ , la loi générale définie ci-dessus en référence au deuxième mode général de réalisation de l'invention.

On voit donc qu'on a intérêt à ne pas trop écarter les zones latérales d'allumage  $Z_{a-p1}$ ,  $Z_{a-p2}$  mais à écarter suffisamment les zones latérales d'expansion  $Z_{b-p1}$ ,  $Z_{b-p2}$  de chaque élément conducteur latéral axio-symétrique.

Le meilleur compromis consiste à utiliser, selon une variante de l'invention, des éléments d'électrodes subdivisés, dans la zone d'allumage et la plus grande partie de la zone d'expansion, en deux éléments conducteurs latéraux axio-symétriques, où :

- au niveau des zones latérales d'allumage  $Z_{a-p1}$ ,  $Z_{a-p2}$ , la distance entre les bords tournés l'un vers l'autre de ces zones reste assez faible et comprise entre 100 et 200  $\mu m$  pour limiter l'abaissement du potentiel de surface au centre de la cellule, évalué transversalement à l'axe  $Ox$ ,

- au niveau des zones latérales d'expansion  $Z_{b-p1}$ ,  $Z_{b-p2}$ , la distance entre les bords tournés l'un vers l'autre de ces zones est plus élevée pour obtenir une distribution du potentiel de surface conforme à l'invention évalué transversalement à l'axe Ox, et pour limiter l'influence électrostatique mutuelle de ces zones latérales d'expansion.

On appelle  $d_{a-p}$  la distance, mesurée sur l'axe Oy à la position  $x=0$ , entre les deux bords tournés l'un vers l'autre de la première zone latérale d'allumage  $Z_{a-p1}$  et de la deuxième zone latérale d'allumage  $Z_{a-p2}$ ; on appelle  $d_{e-p}(x)$  la distance, mesurée parallèlement à l'axe Oy à une position quelconque  $x$  compris entre  $x_{ab}$  et  $x_{bc}$ , entre les bords tournés l'un vers l'autre d'une portion de première zone latérale d'expansion  $Z_{b-p1}$  positionnée en  $x$  et d'une portion de la deuxième zone latérale d'expansion  $Z_{b-p2}$  également positionnée en  $x$ .

De préférence, on utilisera des éléments conducteurs latéraux pour lesquels :

- $100 \mu m \leq d_{a-p} \leq 200 \mu m$
- il existe une valeur  $x=x_{b2}$  comprise entre  $x_{ab}$  et  $x_{bc}$  telle que, pour toute valeur de  $x$  comprise entre  $x_{ab}$  et  $x_2$ ,  $d_{e-p}(x) > d_{a-p}$ .

La figure 18C illustre un exemple d'élément d'électrode subdivisé en deux éléments conducteurs latéraux qui présentent ces caractéristiques. Chaque élément conducteur latéral est incurvé au démarrage vers les parois, de sorte que la distance entre les deux élément conducteur latéral est faible au démarrage, dans une plage comprise entre 100 et 200 microns, et croît ensuite régulièrement avec  $x$  jusqu'à ce que chaque élément conducteur latéral se soit rapproché d'une paroi de la cellule au point que l'effet désavantageux de paroi commence à se manifester; pour éviter cet effet de paroi, la distance qui sépare d'une paroi le bord latéral le plus proche de chaque élément conducteur latéral reste en tout point de la zone d'expansion supérieure ou égale à  $30 \mu m$ .

Si l'on considère, pour chaque élément conducteur latéral, le tracé des points moyens entre ses deux bords latéraux, chaque élément conducteur latéral peut être représenté par une ligne moyenne; selon les caractéristiques ci-dessus, ces deux lignes moyennes s'écartent jusqu'à  $x=x_{b2}$ , puis se rapprochent pour  $x > x_{b2}$ .

Afin de ne pas contrarier le déplacement de la gaine cathodique dans la zone d'expansion, il est préférable que, pour chaque élément conducteur latéral, et dans la zone où  $x_{ab} < x < x_{b2}$ , la tangente en  $x$  à la ligne moyenne de cet élément fasse avec l'axe  $Ox$  un angle inférieur à  $60^\circ$ , de préférence compris entre  $30^\circ$  et  $45^\circ$ .

Sur les figures 18D et 18E, on trouve des exemples identiques à ceux, respectivement, des figures 18B et 18C, à la différence près que, sous la zone d'expansion, l'élément d'électrode est discontinu et réparti en une succession de segments conducteurs comme précédemment décrit en référence à la figure 11B ; comme précédemment, le contour défini par les extrémités de chaque segment est tel que, dans la zone d'expansion, la largeur cumulée de l'élément d'électrode s'inscrit globalement entre le profil de limite inférieure  $W_{e-id-inf}$  et le profil de limite supérieure  $W_{e-id-sup}$  précédemment décrits, qui s'écartent respectivement de  $-15\%$  et de  $+15\%$  du profil idéal linéaire  $W_{e-id-0}$  précédemment défini pour le deuxième mode général de réalisation de l'invention.

Il est bien entendu avantageux d'appliquer à ces éléments d'électrodes les formes de zone d'allumage ou de zones de stabilisation décrites plus haut en complément des formes de zone d'expansion des figures 18A à E, comme le montrent les exemples des figures 18F et 18G.

**Selon un troisième mode général de réalisation de l'invention**, pour obtenir une croissance continue ou discontinue du potentiel de surface dans la zone d'expansion le long de l'axe  $Ox$ , on utilise l'influence électrostatique mutuelle de deux éléments conducteurs latéraux axio-symétriques.

Ce troisième mode général de réalisation de l'invention concerne donc des éléments d'électrodes subdivisés chacun, au moins au niveau de la zone d'expansion, en deux éléments conducteurs latéraux axiosymétriques qui présentent cette fois une largeur constante mais un écartement mutuel  $d_{e-p}(x)$  qui diminue de manière continue ou discontinue en fonction de  $x$  pour tout  $x$  compris entre  $x_{ab}$  et  $x_{bc}$  de manière à obtenir, conformément à l'invention, une croissance continue ou discontinue du potentiel de surface de la couche

diélectrique le long de l'axe Ox ; on garde alors une couche diélectrique d'épaisseur et de composition homogènes dans la zone d'expansion.

La figure 19 donne un exemple de structure conforme à ce troisième mode de réalisation où la variation de potentiel en surface de la couche diélectrique recouvrant les portions d'électrodes de la zone d'expansion varie en fonction de l'écartement moyen des deux éléments conducteurs latéraux. En effet l'influence électrostatique d'une portion d'électrode sur l'autre est suffisamment forte ici pour permettre une variation du potentiel normé de surface comprise entre 0.9 et 1 tout en conservant une largeur d'élément conducteur latéral  $W_{e-p1}(x)$  et  $W_{e-p2}(x)$  constantes pour  $x$  variant entre  $x_{ab}$  et  $x_{bc}$ . Pour bénéficier de cette influence avantageuse et obtenir, conformément à l'invention, une croissance continue ou discontinue du potentiel de surface de la couche diélectrique le long de l'axe Ox, et dans le cas où ces éléments conducteurs latéraux sont rectilignes comme représenté sur la figure, il convient :

- que  $d_{e-p}(x_{ab}) \leq 350 \mu m$  ;
- que, dans la zone où  $x_{ab} < x < x_{bc}$ , la tangente en  $x$  à la ligne moyenne de chaque élément conducteur latéral fasse avec l'axe Ox un angle compris entre  $20^\circ$  et  $40^\circ$ .

En dehors de ces conditions, la variation de potentiel en surface de diélectrique recouvrant chaque portion d'électrode saturerait avec une distance  $d_{e-p}(x_{ab})$  supérieure à  $350 \mu m$  entre les deux éléments latéraux d'électrode, ou la vitesse d'augmentation du potentiel en fonction de la position  $x$  serait inférieure au niveau limite préférentiel de 1% pour une variation de  $x$  de  $100 \mu m$ , ce qui serait insuffisant pour obtenir un étalement rapide de la décharge dans la zone d'expansion. On a évidemment  $W_{e-p1}(x) = W_{e-p2}(x) = \text{constante}$  dans la zone où  $x_{ab} < x < x_{bc}$ .

Sur l'exemple de la figure 19 qui concerne les cas spécifiques où  $200 \mu m < d_{e-p}(x_{ab}) \leq 350 \mu m$ , de manière à limiter sinon à supprimer la réduction du potentiel de surface de la couche diélectrique avant les décharges au centre  $y=0$  de la cellule entre les deux trajectoires d'expansion (voir explications ci-dessus), la zone d'allumage  $Z_a$  comporte avantageusement une zone centrale allongée présentant une longueur  $L_a + \Delta L_a$  plus importante que sur ses deux parties latérales, qui sont reliées chacune à une zone d'expansion  $Z_{b-p1}$ ,  $Z_{b-p2}$  ;

cette partie allongée  $\Delta L_a$  forme un ergot 191 qui réduit avantageusement les tensions de fonctionnement; en effet même si cet ergot 201 augmente la surface de la zone d'allumage  $Z_a$  au centre de la cellule et augmente donc la capacité de la zone d'allumage, la quantité de charges qui va s'y déposer ne servira qu'à réduire les tensions de fonctionnement, car la décharge ne peut, à cet endroit  $y=0$ , s'étendre dans l'axe Ox de la cellule, puisque les zones d'expansion de cet élément d'électrode sont décalées latéralement par rapport à cet axe, et l'augmentation de la charge mémoire au centre n'aura aucune incidence défavorable sur l'énergie de la gaine cathodique, contrairement à la forme en T précédemment décrite de l'art antérieur, où la formation de la gaine succède immédiatement au dépôt des charges ; cet allongement central de l'élément d'électrode au niveau de la zone d'allumage  $Z_a$  et à l'écart des zones latérales d'expansion  $Z_{b-p1}$  et  $Z_{b-p2}$  fonctionne donc comme un initiateur de décharge qui n'entraîne aucune dissipation d'énergie supplémentaire pour l'expansion ; à cet effet, il est préférable que l'allongement  $\Delta L_a$  soit choisi de manière que  $\Delta L_a + L_a < 80 \mu m$ , et que la largeur  $W_{a-i}$  de l'ergot 201, mesurée le long de l'axe Oy, soit telle que  $W_{e-ab} < W_{a-i} < 80 \mu m$ .

De préférence pour ce troisième mode de réalisation de l'invention, on réunit une ou plusieurs des conditions suivantes :

- $W_{e-ab} \leq W_{e-ab} (P1/E1 = 0.13)$
- $W_{e-bc} \leq W_c$  et de préférence  $W_{e-bc} \leq W_c - 60 \mu m$  pour limiter les pertes de charges sur les parois.

**Selon un quatrième mode général de réalisation de l'invention,** chaque élément conducteur des électrodes coplanaires comprend, outre une barre transversale dans la zone d'allumage et une barre transversale dans la zone de stabilisation reliées par des éléments conducteurs latéraux axio-symétriques de largeur constante comme dans l'art antérieur, au moins une barre transversale supplémentaire positionnée au niveau de la zone d'expansion ; en outre, les dimensions et les positions des barres transversales remplissent d'autres conditions explicitées ci-après.

La figure 20A décrit une structure de type à éléments d'électrodes coplanaires assez proche de celle de la figure 4A, déjà décrite en référence à la

figure 9 du document EP0802556 – MATSUSHITA. Chaque élément conducteur Y est partagé en trois zones, une zone d'allumage  $Z_a$ , une zone d'expansion  $Z_b$  et une zone de stabilisation ou fin de décharge  $Z_c$ . La zone d'allumage  $Z_a$  correspond ici à la barre transversale 31. La zone de stabilisation  $Z_c$  correspond ici à une barre transversale 33' qui s'étend ici, **contrairement à la figure 4A**, sur une plus grande longueur  $L_s$  que la longueur  $L_a$  de la barre transversale 31 de la zone d'allumage  $Z_a$ , ces longueurs correspondant, comme précédemment, à la dimension de ces barres selon l'axe Ox longitudinal de la cellule. Ces barres transversales 31, 33' sont reliées, au niveau de la zone d'expansion  $Z_b$ , par des éléments conducteurs latéraux axiosymétriques ou jambages latéraux 42a, 42b, qui sont très éloignés l'un de l'autre puisqu'ils sont déportés aux niveaux des parois de la cellule, et qui présentent chacun une largeur  $W_{e-p1}$  et  $W_{e-p2}$  constantes.

La figure 21 décrit la distribution du potentiel de surface de la couche diélectrique selon les coupes A – courbe A - et B – courbe B - de la cellule de la figure 20A. On obtient cette distribution à l'aide du logiciel SIPDP-2D précédemment cité.

Comme  $L_s > L_a$ , la capacité de la couche diélectrique située au niveau de la zone de fin de décharge est supérieure à la capacité spécifique de la couche diélectrique située au niveau de la zone d'allumage de la décharge, de manière à établir une différence de potentiel positive entre la zone d'allumage et la zone de fin de décharge. On satisfait ainsi la condition générale préférentielle précédemment citée :  $V_{n-bc} > V_{n-ab}$ .

En effet tout comme pour la largeur  $W_e$  d'un élément conducteur, la longueur  $L_e$  d'un élément conducteur modifie le potentiel à la surface de la couche diélectrique selon les mêmes lois. Dans le cas du deuxième mode de réalisation de l'invention, la longueur  $L_e$  ne jouait aucun rôle car  $L_e$  est toujours supérieur à  $W_e$ , de sorte que la variation de potentiel à la surface de la couche diélectrique est uniquement influencée par la largeur de l'élément conducteur. Le potentiel en surface de diélectrique sur la courbe A diminue sensiblement en sortie de la zone d'allumage, du fait de l'absence d'électrode dans la zone d'expansion entre les deux parois latérales. Dans cette partie de la zone d'expansion, le potentiel de surface dépend du potentiel créé par les deux

barres perpendiculaires situées au niveau des parois latérales. Plus on se rapproche des parois et plus le potentiel dans cette zone augmente, alors que le potentiel en bord de paroi dans la zone d'allumage et la zone de fin de décharge est plus faible qu'au centre de la structure. Le chemin de décharge privilégié se fait donc le long des parois latérales et non au centre de la cellule. Dans cette partie de la zone d'expansion située en bordure de paroi, les pertes sont importantes et la densité plasma est faible, ce qui diminue sensiblement la quantité de photons ultraviolets produits donc la luminance. Le potentiel est par ailleurs relativement constant dans cette partie de la zone d'expansion (courbe B) et la création du champ transverse permettant l'étalement n'est pas permise.

Pour atteindre l'objectif de l'invention qui vise un potentiel de surface croissant de manière continue ou discontinue dans la zone de décharge et créer le champ transverse permettant l'étalement naturel de la décharge, à la cellule déjà décrite en référence à la figure 20A, on ajoute, selon le quatrième mode général de réalisation de l'invention, au moins une troisième barre transversale 205. Selon l'invention, la longueur  $L_b$  de cette barre, mesurée selon l'axe de symétrie longitudinale Ox de la cellule, est telle que  $L_b \leq L_a < L_s$ . Selon l'invention, cette barre est positionnée cette fois au niveau de la zone d'expansion de la façon suivante : si  $d_1$  est la distance entre les bords qui se fond face de la zone d'allumage  $Z_a$  et de la zone d'expansion  $Z_b$ , si  $d_2$  est la distance entre les bords qui se fond face de la zone de stabilisation  $Z_c$  et de la zone d'expansion  $Z_b$ , on a  $d_2/2 < d_1 < d_2$ .

Une telle solution est illustrée à la figure 20B.

En évaluant au centre  $y=0$  de la cellule la distribution du potentiel à la surface de la couche diélectrique le long de l'axe Ox, on obtient la courbe C de la figure 21. On constate qu'une telle distribution est conforme à la définition générale de l'invention selon laquelle ce potentiel de surface est croissant de manière continue ou discontinue dans la zone de décharge.

Ainsi, chaque élément d'électrode comprend au moins trois barres transversale 31, 205, 33' qui s'étendent dans une direction générale perpendiculaire à la direction Ox d'expansion des décharges, qui sont reliées entre elles par des éléments conducteurs latéraux axio-symétriques



perpendiculaires aux barres transversales et positionnés au niveau des parois latérales de la dalle 2.

De préférence, on a  $3 \times \max(L_a, L_b) < L_s < 5 \times \max(L_a, L_b)$

Les combinaisons possibles de certains modes généraux de réalisation de l'invention qui viennent d'être décrits font également partie de l'invention, du moment que l'on obtient, au niveau de chaque élément d'électrode de la dalle coplanaire, une croissance du potentiel de surface du diélectrique dans la zone d'expansion le long de l'axe Ox lorsqu'on applique à cet élément un potentiel constant négatif par rapport au potentiel appliqué à l'autre élément de la même zone de décharge.

L'invention trouve son application tout particulièrement dans le cas où ces électrodes Y, Y' de la dalle co-planaire du panneau à plasma sont alimentées par des impulsions de tension présentant des paliers de tension constante (impulsions en forme de créneau) à des fréquences classiques généralement comprises entre 50 et 500 kHz.

## REVENDEICATIONS

1.- Dalle (1) de décharges coplanaires pour délimiter des zones de décharges (3) dans un panneau de visualisation à plasma, qui comprend :

- au moins un premier et un second réseaux d'électrodes coplanaires qui sont revêtues d'une couche diélectrique (6) et dont les directions générales sont parallèles, où chaque électrode (Y) du premier réseau est adjacente à une électrode (Y') du second réseau, est appariée à elle, est destinée à desservir un ensemble de zones de décharges,
- pour chaque zone de décharge (3), au moins deux éléments d'électrodes (4, 4') ayant un axe commun de symétrie longitudinale Ox, chacun connecté à une électrode (Y, Y') d'une paire,

caractérisée en ce que, pour chaque élément d'électrode (4) de chaque zone de décharge (3), le point O de l'axe Ox étant situé sur un bord dit d'allumage dudit élément d'électrode (4) faisant face à l'autre élément d'électrode (4') de ladite zone de décharge (3) et l'axe Ox étant orienté en direction d'un bord dit de fin de décharge délimitant ledit élément (4) à l'opposé dudit bord de décharge et positionné en  $x=x_{cd}$  sur l'axe Ox, la forme dudit élément d'électrode, l'épaisseur et la composition de ladite couche diélectrique sont adaptés pour qu'il existe un intervalle  $[x_{ab}, x_{bc}]$  de valeurs de x tel que  $x_{bc}-x_{ab} > 0,25 x_{cd}$ ,  $x_{ab} < 0,33 x_{cd}$ ,  $x_{bc} > 0,5 x_{cd}$  et tel que le potentiel de surface  $V(x)$  croisse en fonction de x d'une manière continue ou discontinue, sans partie décroissante, d'une valeur  $V_{ab}$  à une valeur supérieure  $V_{bc}$  dans ledit intervalle  $[x_{ab}, x_{bc}]$  lorsqu'on applique une différence de potentiel constante entre les deux électrodes desservant ladite zone de décharge, ayant un signe adapté pour que ledit élément d'électrode (4) joue le rôle de cathode.

2.- Dalle coplaire selon la revendication 1 caractérisée en ce que, quels que soient x et x' choisis entre  $x_{ab}$  et  $x_{bc}$  tels que  $x'-x = 10 \mu m$ , on a  $V_{norm}(x') - V_{norm}(x) > 0,001$ .

3.- Dalle coplaire selon la revendication 1 ou 2 caractérisée en ce que, le potentiel de surface normé  $V_{norm}(x)$  étant défini comme le rapport entre le

potentiel de surface  $V(x)$  à un niveau  $x$  de la couche diélectrique pour l'élément d'électrode considéré et le potentiel maximum  $V_{o-max}$  que l'on obtiendrait le long de l'axe  $Ox$  pour un élément d'électrode de largeur infinie, le potentiel normé de surface  $V_{norm}(x)$  croissant d'une valeur  $V_{n-ab}=V_{ab}/V_{o-max}$  au début  $x=x_{ab}$  dudit intervalle à une valeur  $V_{n-bc}=V_{bc}/V_{o-max}$  à la fin  $x=x_{bc}$  dudit intervalle, on a :

$$V_{n-bc} > V_{n-ab}, V_{n-ab} > 0,9, \text{ et } (V_{n-bc} - V_{n-ab}) < 0,1.$$

4.- Dalle coplanaire selon l'une quelconque des revendications précédentes caractérisé en ce que, dans les mêmes conditions d'application de différence de potentiel entre lesdites électrodes, le potentiel maximum dans la zone de surface de couche diélectrique qui recouvre ledit élément et qui est délimitée par ledit bord de fin de décharge où  $x=x_{cd}$  et la position  $x=x_{bc}$  est strictement supérieur au potentiel maximum de la zone de surface de la couche diélectrique qui recouvre ledit élément et qui est délimitée par ledit bord d'allumage où  $x=0$  et la position  $x=x_{ab}$ .

5.- Panneau à plasma caractérisé en ce qu'il est doté d'une dalle coplanaire selon l'une quelconque des revendications 1 à 4.

6.- Dalle coplanaire selon l'une quelconque des revendications 1 à 4 caractérisée en ce que la capacité longitudinale spécifique  $C(x)$  de la couche diélectrique étant définie comme la capacité d'un barreau élémentaire rectiligne de cette couche, délimité entre ledit élément d'électrode (4) et la surface de la couche diélectrique, positionné en  $x$  sur l'axe  $Ox$ , ayant une longueur  $dx$  le long de cet axe  $Ox$  et une largeur correspondant à celle de l'élément d'électrode délimitant ledit barreau élémentaire, pour parvenir à ladite croissance du potentiel de surface, cette capacité longitudinale spécifique  $C(x)$  de la couche diélectrique croît d'une manière continue ou discontinue, sans partie décroissante, d'une valeur  $C_{ab}$  au début  $x=x_{ab}$  dudit intervalle à une valeur  $C_{bc}$  à la fin  $x=x_{bc}$  dudit intervalle.

7.- Dalle coplanaire selon la revendication 6 caractérisée en ce que la capacité de la portion de couche diélectrique qui est comprise entre ledit

élément et la surface de cette couche et qui est délimitée par ledit bord de fin de décharge où  $x=x_{cd}$  et la position  $x=x_{bc}$  est strictement supérieure à la capacité de la portion de couche diélectrique qui est comprise entre ledit élément et la surface de cette couche et qui est délimitée par ledit bord d'allumage où  $x=0$  et la position  $x=x_{ab}$ .

8.- Dalle coplanaire selon la revendication 7 caractérisée en ce que la capacité longitudinale spécifique de la couche diélectrique dans la zone comprise entre  $x=x_{bc}$  et  $x=x_{cd}$  est supérieure à la capacité longitudinale spécifique de la couche diélectrique en toute autre position  $x$  telle que  $0 < x < x_{bc}$ .

9.- Panneau à plasma caractérisé en ce qu'il est doté d'une dalle coplanaire selon l'une quelconque des revendications 6 à 8.

10.- Panneau à plasma comprenant une dalle coplanaire (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 4 et une dalle dite d'adressage (2) comprenant optionnellement un réseau d'électrodes d'adressage (X) revêtues d'une couche diélectrique (7) qui sont orientées et positionnées de manière à croiser chacune une paire d'électrodes de la dalle coplanaire au niveau d'une desdites zones de décharges, ces dalles délimitant entre elles lesdites zones de décharges et étant distantes d'une hauteur  $H_c$  exprimée en micromètre, caractérisé en ce que, pour chaque zone de décharge (3) dudit panneau et pour chaque élément d'électrode (4, 4') de cette zone, si on appelle  $E1(x)$  l'épaisseur moyenne exprimée en micromètre et  $P1(x)$  la permittivité relative moyenne de la couche diélectrique au dessus dudit élément d'électrode (4) à la position longitudinale  $x$ ,  $E2(x)$  l'épaisseur moyenne exprimée en micromètre et  $P2(x)$  la permittivité relative moyenne de la couche diélectrique au dessus de ladite électrode d'adressage (X) ou celle de la dalle d'adressage (2) en l'absence d'électrode d'adressage, toutes deux également évaluées à la position longitudinale  $x$  repérée sur un axe qui est situé à la surface de la dalle d'adressage et qui est parallèle à l'axe Ox et compris dans un plan normal à la surface de ladite dalle coplanaire,

l'épaisseur et la composition de ces couches sont adaptées pour que le rapport  $R(x) = 1 - [E_1(x) / P_1(x)] / [E_1(x) / P_1(x) + H_c + E_2(x) / P_2(x)]$  soit croissant de manière continue ou discontinue, sans partie décroissante, d'une valeur  $R_{ab}$  au début  $x=x_{ab}$  dudit intervalle à une valeur  $R_{bc}$  à la fin  $x=x_{bc}$  dudit intervalle.

11.- Panneau à plasma selon la revendication 10 caractérisé en ce que la largeur  $W_e(x)$  dudit élément d'électrode est constante dans ledit intervalle de valeurs de  $x$ .

12.- Panneau à plasma selon la revendication 11 caractérisé en ce que, quels que soient  $x$  et  $x'$  choisis entre  $x_{ab}$  et  $x_{bc}$  tels que  $x' - x = 10 \mu m$ , on a  $R(x') - R(x) > 0,001$ .

13.- Panneau à plasma selon la revendication 12 ou 13 caractérisé en ce que  $R_{bc} > R_{ab}$ ,  $R_{ab} > 0,9$ , et  $(R_{bc} - R_{ab}) < 0,1$ .

14.- Panneau à plasma selon l'une quelconque des revendications 11 à 13 caractérisé en ce que les valeurs de  $R(x)$  pour tout  $x$  tel que  $x_{bc} < x < x_{cd}$  sont strictement supérieures aux valeurs de  $R(x)$  pour tout  $x$  tel que  $0 < x < x_{ab}$ .

15.- Panneau à plasma selon la revendication 14 caractérisé en ce que les valeurs de  $R(x)$  pour tout  $x$  tel que  $x_{bc} < x < x_{cd}$  sont strictement supérieures aux valeurs de  $R(x)$  pour tout  $x$  tel que  $0 < x < x_{ab}$ .

16.- Dalle coplanaire selon l'une quelconque des revendications 6 à 8 caractérisée en ce que, pour chaque élément d'électrode (4) de chaque zone de décharge (3), ladite couche diélectrique (6) est de constante diélectrique  $P1$  constante et d'épaisseur  $E1$  exprimée en micromètre constante au dessus dudit élément d'électrode (4) au moins pour tout  $x$  tel que  $x_{ab} < x < x_{bc}$ ,

et en ce que, si l'on définit :

- le potentiel de surface normé  $V_{norm}(x)$  comme le rapport entre le potentiel de surface  $V(x)$  à un niveau  $x$  de la couche diélectrique pour l'élément d'électrode considéré et le potentiel maximum  $V_{o-max}$  que l'on obtiendrait le long

de l'axe Ox pour un élément d'électrode de largeur infinie, le potentiel normé de surface  $V_{\text{norm}}(x)$  croissant alors d'une valeur  $V_{n-ab} = V_{ab}/V_{o-\text{max}}$  au début  $x=x_{ab}$  dudit intervalle à une valeur  $V_{n-bc} = V_{bc}/V_{o-\text{max}}$  à la fin  $x=x_{bc}$  dudit intervalle,

- un profil idéal de largeur de cet élément par la relation :

$$W_{e-id-0}(x) = W_{e-ab} \cdot \exp \left\{ 29 \cdot \sqrt{(P1/E1)} \cdot (x-x_{ab}) \cdot (V_{n-bc} - V_{n-ab}) / (x_{bc} - x_{ab}) \right\}$$

où  $W_{e-ab}$  est la largeur totale dudit élément, mesurée en  $x=x_{ab}$  perpendiculairement à l'axe Ox,

- un profil de limite inférieure  $W_{e-id-inf}$  et un profil de limite supérieure  $W_{e-id-sup}$ , selon les relations :  $W_{e-id-inf} = 0,85 W_{e-id-0}$  et  $W_{e-id-sup} = 1,15 W_{e-id-0}$ ,

... alors, pour tout x compris entre  $x_{ab}$  inclus  $x_{bc}$  inclus, la largeur totale  $W_e(x)$  dudit élément, mesurée en x perpendiculairement à l'axe Ox, est telle que

$$W_{e-id-inf}(x) < W_e(x) < W_{e-id-sup}(x)$$

17.- Dalle coplaire selon la revendication 16 caractérisée en ce que la largeur  $W_{e-ab}$  est inférieure ou égale à 80  $\mu\text{m}$ .

18.- Dalle coplaire selon la revendication 17 caractérisée en ce que la largeur  $W_{e-ab}$  est inférieure ou égale à 50  $\mu\text{m}$ .

19.- Dalle coplaire selon l'une quelconque des revendications 16 à 18 caractérisée en ce que **ledit élément d'électrode (4) se subdivise en deux éléments conducteurs latéraux** qui sont symétriques par rapport à l'axe Ox et disjoints au moins dans la zone où x est compris dans l'intervalle  $[x_{ab}, x_{b3}]$ , où  $x_{b3} - x_{ab} > 0,7 (x_{bc} - x_{ab})$ .

20.- Dalle coplaire selon la revendication 19 caractérisée en ce que  $x_{b3} = x_{bc}$ .

21.- Dalle coplaire selon la revendication 19 ou 20 caractérisée en ce que, si Oy est un axe transversal à l'axe Ox qui s'étend le long du bord d'allumage, si on appelle  $d_{e-p}(x)$  la distance, mesurée parallèlement à l'axe Oy à une position quelconque x comprise entre  $x_{ab}$  et  $x_{bc}$ , entre les bords tournés l'un vers l'autre de ces deux éléments conducteurs latéraux, il existe une valeur

$x=x_{b2}$  comprise entre  $x_{ab}$  et  $x_{b3}$  telle que, pour toute valeur de  $x$  comprise entre  $x_{ab}$  et  $x_{b2}$ ,  $d_{e-p}(x) > d_{e-p}(x_{ab})$ .

22.- Dalle coplanaire selon la revendication 21 caractérisée en ce que  $d_{e-p}(x_{ab})$  est compris entre 100  $\mu\text{m}$  et 200  $\mu\text{m}$ .

23.- Dalle coplanaire selon la revendication 22 caractérisée en ce que, si l'on considère la ligne moyenne de chaque élément conducteur latéral tracée, pour une position  $x$  donnée, à mi-distance entre les bords latéraux de cet élément latéral, dans la zone où  $x_{ab} < x < x_{b2}$ , la tangente en  $x$  à la ligne moyenne de cet élément fait avec l'axe Ox un angle inférieur à 60°.

24.- Dalle coplanaire selon la revendication 23 caractérisée en ce que ledit angle est compris entre 30° et 45°.

25.- Dalle coplanaire selon l'une quelconque des revendications 19 à 24 caractérisée en ce que, si Oy est un axe transversal à l'axe Ox qui s'étend le long du bord d'allumage, si on appelle  $d_{e-p}(x_{ab})$  la distance, mesurée parallèlement à l'axe Oy à une position  $x=x_{ab}$  entre les bords tournés l'un vers l'autre des deux éléments conducteurs latéraux, ledit élément d'électrode comprend une barre transversale dite d'allumage qui relie lesdits éléments conducteurs latéraux, dont un bord correspond audit bord d'allumage, et dont la longueur, mesurée le long de l'axe Ox, est supérieure d'une valeur  $\Delta L_a$  pour  $|y|$  compris entre 0 et  $y_1$  de part et d'autre de l'axe Ox à une valeur  $L_a$  de cette longueur pour  $|y|$  compris entre  $y_1$  et  $d_{e-p}(x_{ab})/2$  de part et d'autre de l'axe Ox.

26.- Panneau à plasma caractérisé en ce qu'il est doté d'une dalle coplanaire selon l'une quelconque des revendications 16 à 25.

27.- Panneau à plasma comprenant une dalle coplanaire (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 4 et une dalle dite d'adressage (2) comprenant :

- un réseau d'électrodes d'adressage (X) revêtues d'une couche diélectrique (7) qui sont orientées et positionnées de manière à croiser chacune une paire d'électrodes de la dalle coplanaire au niveau d'une desdites zones de décharges,

- un réseau de barrières parallèles (16), chacune étant disposée entre deux électrodes d'adressage adjacentes à une distance  $W_c$  de deux autres barrières adjacentes,

... ces dalles délimitant entre elles lesdites zones de décharges et étant distantes d'une hauteur  $H_c$ ,

caractérisé en ce que ladite couche diélectrique (6) est de composition homogène et d'épaisseur constante au dessus dudit élément d'électrode (4) au moins pour tout  $x$  tel que  $x_{ab} < x < x_{bc}$ ,

et en ce que, pour chaque zone de décharge (3) dudit panneau et pour chaque élément d'électrode (4, 4') de cette zone, ledit élément d'électrode (4) se subdivise en deux éléments conducteurs latéraux de largeur constante  $W_{e-p0}$  qui sont symétriques par rapport à l'axe Ox et disjoints dans la zone où  $x$  est compris dans l'intervalle  $[x_{ab}, x_{bc}]$

et en ce que, si Oy est un axe transversal à l'axe Ox qui s'étend le long du bord d'allumage, si on appelle  $d_{e-p}(x)$  la distance, mesurée parallèlement à l'axe Oy à une position quelconque  $x$  comprise entre  $x_{ab}$  et  $x_{bc}$ , entre les bords tournés l'un vers l'autre de ces deux éléments conducteurs latéraux,  $d_{e-p}(x)$  croît d'une manière continue ou discontinue en fonction de  $x$  dans ledit intervalle  $[x_{ab}, x_{bc}]$ ,

et en ce que, si l'on considère la ligne moyenne de chaque élément conducteur latéral tracée, pour une position  $x$  donnée, à mi-distance entre les bords latéraux de cet élément latéral, dans la zone où  $x_{ab} < x < x_{bc}$ , la tangente en  $x$  à la ligne moyenne de cet élément fait avec l'axe Ox un angle compris entre  $20^\circ$  et  $40^\circ$ ,

et en ce que  $d_{e-p}(x_{ab}) \leq 350 \mu m$ .

28.- Panneau à plasma selon la revendication 27 caractérisé en ce que  $200 \mu m \leq d_{e-p}(x_{ab}) \leq 350 \mu m$  et en ce que ledit élément d'électrode comprend une barre transversale dite d'allumage qui relie lesdits éléments conducteurs latéraux, dont un bord correspond audit bord d'allumage, et dont la longueur,



mesurée le long de l'axe Ox, est supérieure d'une valeur  $\Delta L_a$  pour  $|y|$  compris entre 0 et  $y_1$  de part et d'autre de l'axe Ox à une valeur  $L_a$  de cette longueur pour  $|y|$  compris entre  $y_1$  et  $d_{e-p}(x_{ab})/2$  de part et d'autre de l'axe Ox.

29.- Panneau à plasma selon la revendication 28 caractérisé en ce que, si  $W_a$  est la largeur de ladite barre d'allumage mesurée le long de l'axe Oy,

- si  $L_a < 2 W_{e-p0}$ ,  $\Delta L_a > 2 W_{e-p0} - L_a$
- si  $L_a \geq 2 W_{e-p0}$ ,  $\Delta L_a > 0,2 L_a$

30.- Panneau à plasma comprenant une dalle coplanaire (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 4 et une dalle dite d'adressage (2) comprenant :

- un réseau d'électrodes d'adressage (X) revêtues d'une couche diélectrique (7) qui sont orientées et positionnées de manière à croiser chacune une paire d'électrodes de la dalle coplanaire au niveau d'une desdites zones de décharges,

- un réseau de barrières parallèles (16), chacune étant disposée entre deux électrodes d'adressage adjacentes,

... ces dalles délimitant entre elles lesdites zones de décharges et étant distantes d'une hauteur  $H_c$ ,

caractérisé en ce que ladite couche diélectrique (6) est de composition homogène et d'épaisseur constante au dessus dudit élément d'électrode (4) au moins pour tout  $x$  tel que  $x_{ab} < x < x_{bc}$ ,

et en ce que, si  $W_c$  est la distance entre deux barrières adjacentes, pour chaque zone de décharge (3) dudit panneau et pour chaque élément d'électrode (4, 4') de cette zone, ledit élément d'électrode (4) se subdivise en deux éléments conducteurs latéraux de largeur constante  $W_{e-p0}$  dont la distance  $d_{e-p0}$  entre les bords tournés l'un vers l'autre est constante et supérieure à  $W_c$ , qui sont symétriques par rapport à l'axe Ox et disjoints dans la zone où  $x$  est compris dans l'intervalle  $[x_{ab}, x_{bc}]$ ,

et en ce que ledit élément d'électrode comprend :

- une barre transversale dite d'allumage dont la largeur est supérieure ou égale à  $W_c$ , dont la longueur mesurée selon l'axe Ox est  $L_a$ , dont un bord correspond audit bord d'allumage,
  - une barre transversale dite de stabilisation de décharge dont la largeur est supérieure ou égale à  $W_c$ , dont la longueur mesurée selon l'axe Ox est  $L_s$ , dont un bord correspond audit bord de fin de décharge,
  - au moins une barre transversale intermédiaire dont la largeur est supérieure ou égale à  $W_c$ , dont la position sur l'axe Ox est intégralement comprise dans l'intervalle  $[x_{ab}, x_{bc}]$  sur toute sa longueur  $L_b$ ,
- et en ce que  $L_b \leq L_a < L_c$ .

31.- Panneau selon la revendication 30 caractérisé en ce que, un des bords de la barre transversale intermédiaire étant distant de  $d_1$  de ladite barre de stabilisation de décharge, et l'autre bord étant distant de  $d_2$  de ladite barre d'allumage, on a  $d_2/2 < d_1 < d_2$ .

32.- Panneau selon la revendication 31 caractérisé en ce que :

$$3 \times \max(L_a, L_b) < L_s < 5 \times \max(L_a, L_b)$$

33.- Panneau à plasma selon l'une quelconque des revendications 5, 9, 10-15, 26-32 caractérisé en ce qu'il comprend ladite dalle coplanaire (1) et une dalle d'adressage délimitant entre elles lesdites zones de décharge (3), et en ce que, pour chaque zone de décharge et pour chaque élément d'électrode, si  $W_{e-ab}$  est la largeur dudit élément d'électrode, mesurée selon l'axe Ox à la position  $x=x_{ab}$  au début dudit intervalle  $[x_{ab}, x_{bc}]$ , ledit élément d'électrode comprend de préférence une barre transversale dite d'allumage dont un bord correspond audit bord d'allumage, dont la longueur, mesurée selon l'axe Ox, est telle que :

$$W_{e-ab} \leq L_a \leq 80 \mu\text{m}.$$

34.- Panneau à plasma selon la revendication 33 comprenant un réseau de barrières parallèles (16) disposées entre lesdites dalles (1, 2) à une distance  $W_c$  les unes des autres perpendiculairement à la direction générale desdites électrodes coplanaire, caractérisé en ce que, si Oy est un axe transversal à

l'axe Ox qui s'étend le long du bord d'allumage et si  $W_a$  est la largeur de ladite barre transversale d'allumage mesurée selon l'axe Oy , on a :

$$W_c - 60 \mu\text{m} < W_a \leq W_c - 100 \mu\text{m}$$

35.- Panneau à plasma selon la revendication 33 comprenant un réseau de barrières parallèles (16) disposées entre lesdites dalles (1, 2) à une distance  $W_c$  les unes des autres perpendiculairement à la direction générale desdites électrodes coplanaires, caractérisé en ce que, si Oy est un axe transversal à l'axe Ox qui s'étend le long du bord d'allumage, si  $W_a$  est la largeur de ladite barre transversale d'allumage mesurée selon l'axe Oy , si  $W_{a-\text{min}}$  correspond à la largeur au delà de laquelle lesdites barrières provoquent une réduction importante de potentiel de surface de la couche diélectrique au dessus dudit élément, ladite barre transversale d'allumage comprend :

- une zone centrale  $Z_{a-c}$  pour laquelle, en tout point  $|y| \leq W_{a-\text{min}}/2$ , la distance, le long de l'axe Ox, entre les bords d'allumage des deux éléments d'électrodes de ladite zone de décharge est constante est égale à  $g_c$ .

- et deux zones latérales  $Z_{a-p1}$ ,  $Z_{a-p2}$  de part et d'autre de la zone centrale  $Z_{a-c}$  pour lesquelles, en tout point  $|y| > W_{a-\text{min}}/2$  la distance, le long de l'axe Ox, entre les bords d'allumage des deux éléments d'électrodes de ladite zone de décharge décroît de manière continue à partir de la valeur  $g_c$ .

36.- Panneau à plasma selon l'une quelconque des revendications 5, 9, 10-15, 26-35 caractérisé en ce qu'il comprend des moyens d'alimentation adaptés pour générer entre les électrodes coplanaires des différentes paires des séries d'impulsions de tension dite d'entretien à paliers constants.

1/9

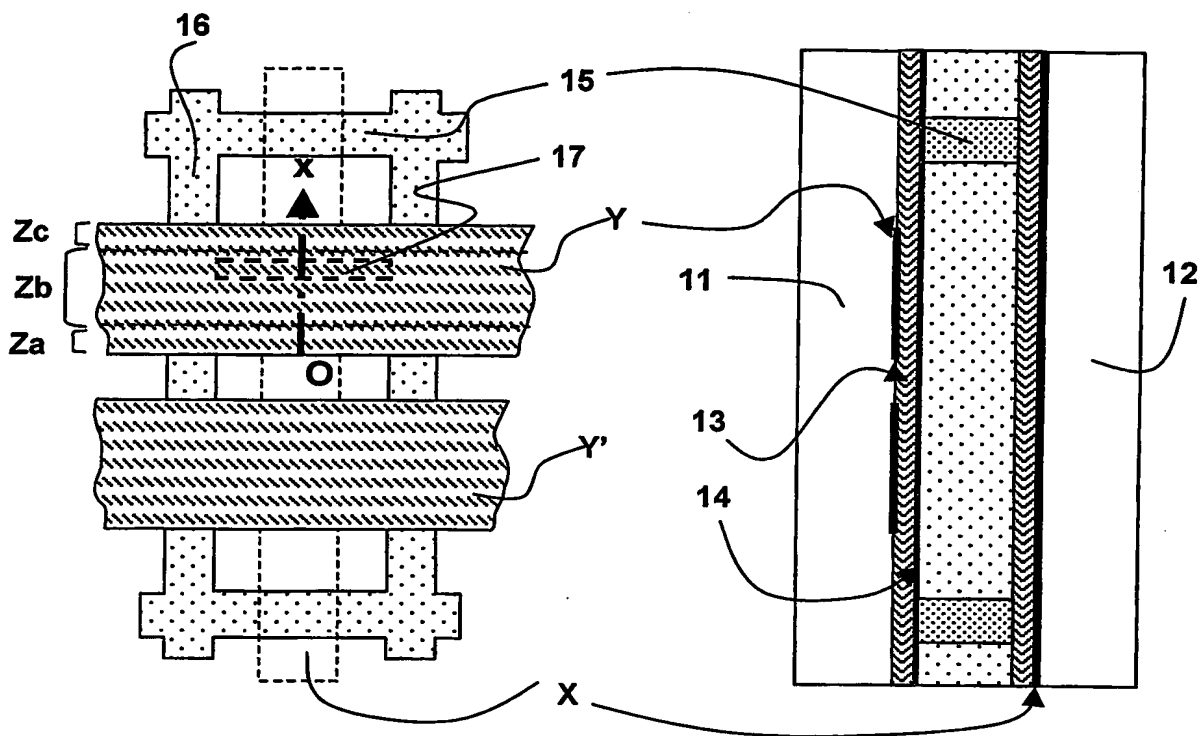


Fig.1-A

Fig.1-B

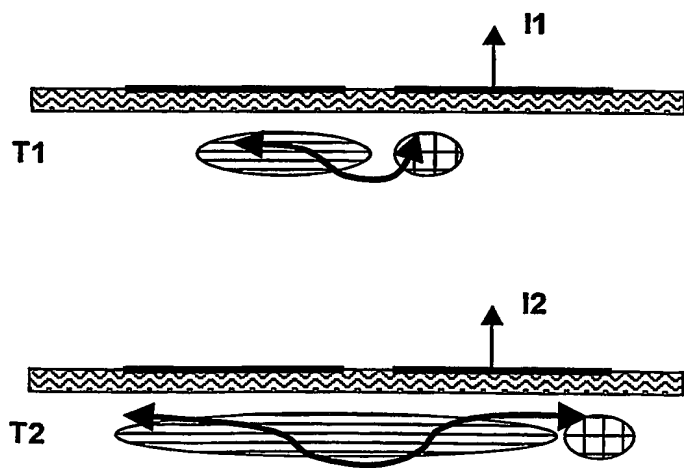


Fig.2-A

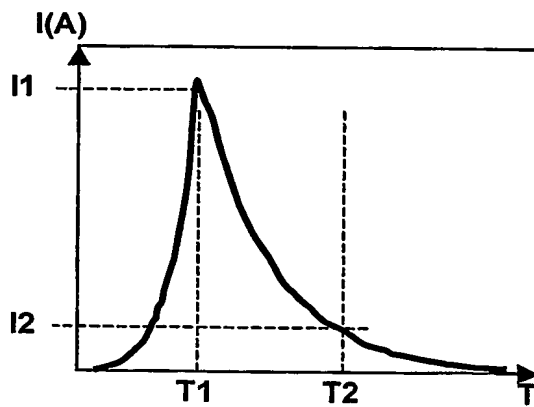


Fig.2-B

2/9

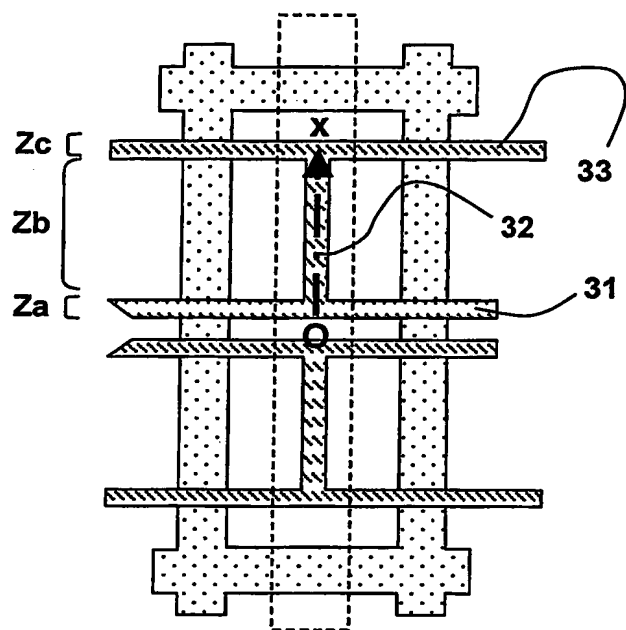


Fig.3-A

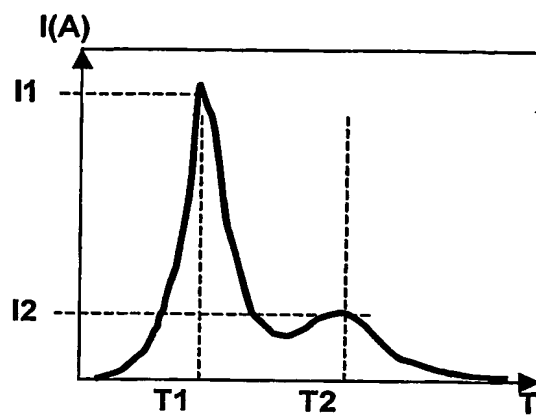


Fig.3-B

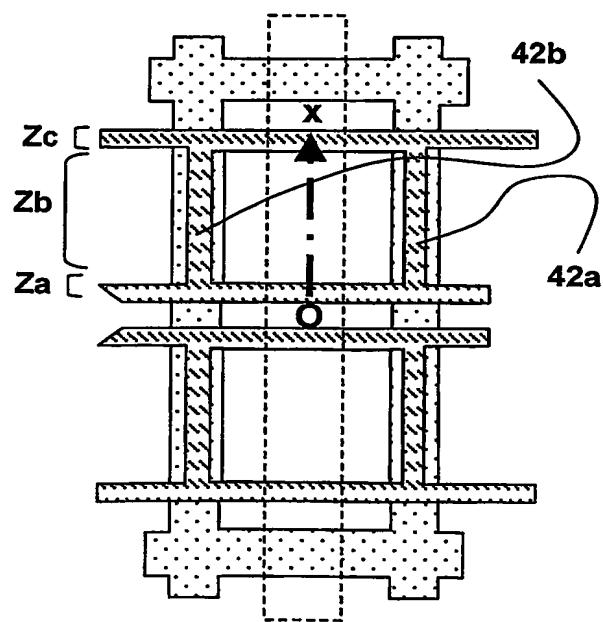


Fig.4-A

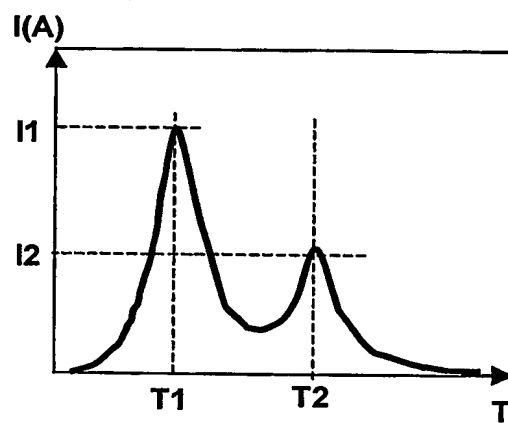
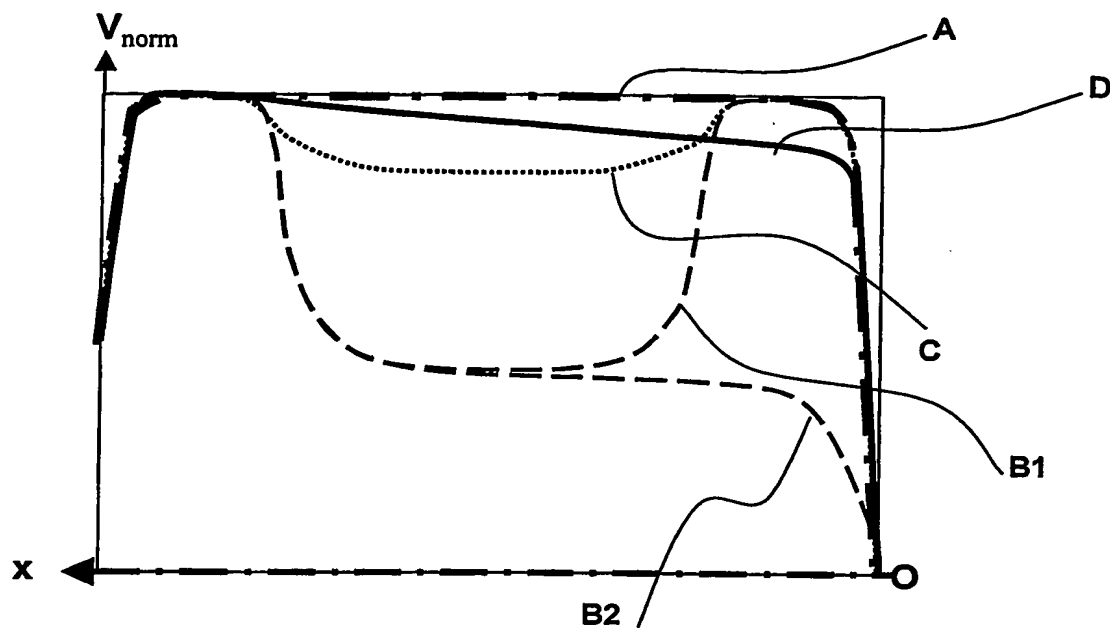


Fig.4-B



**Fig.5**

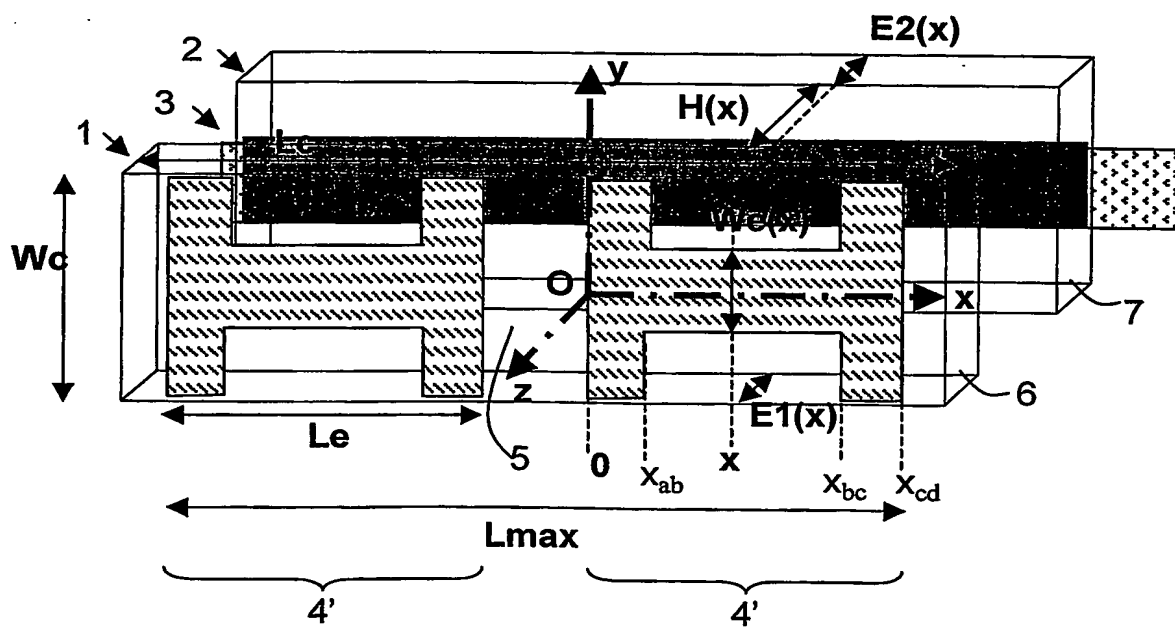


Fig.6

4/9

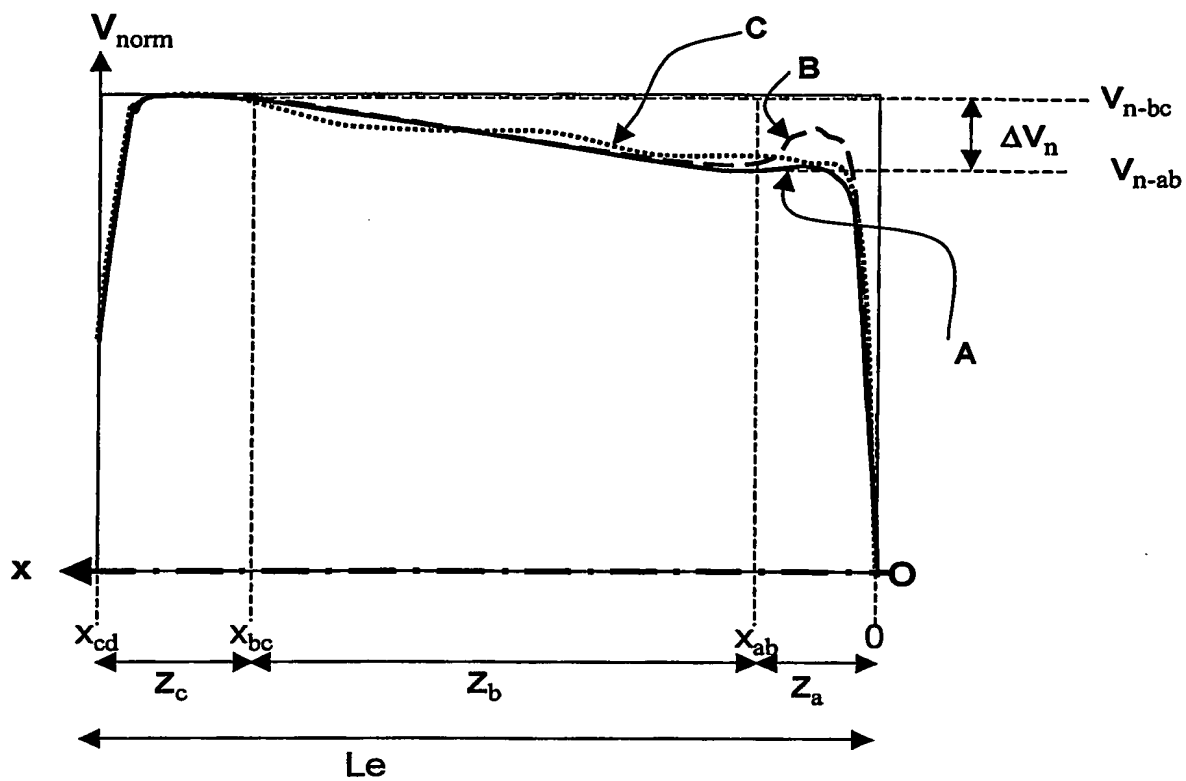


Fig.7

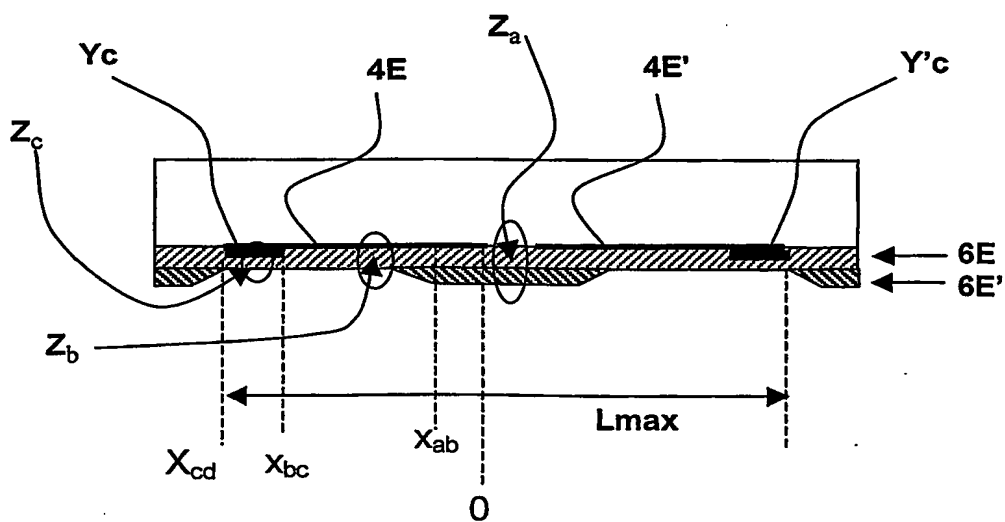


Fig.8

5/9

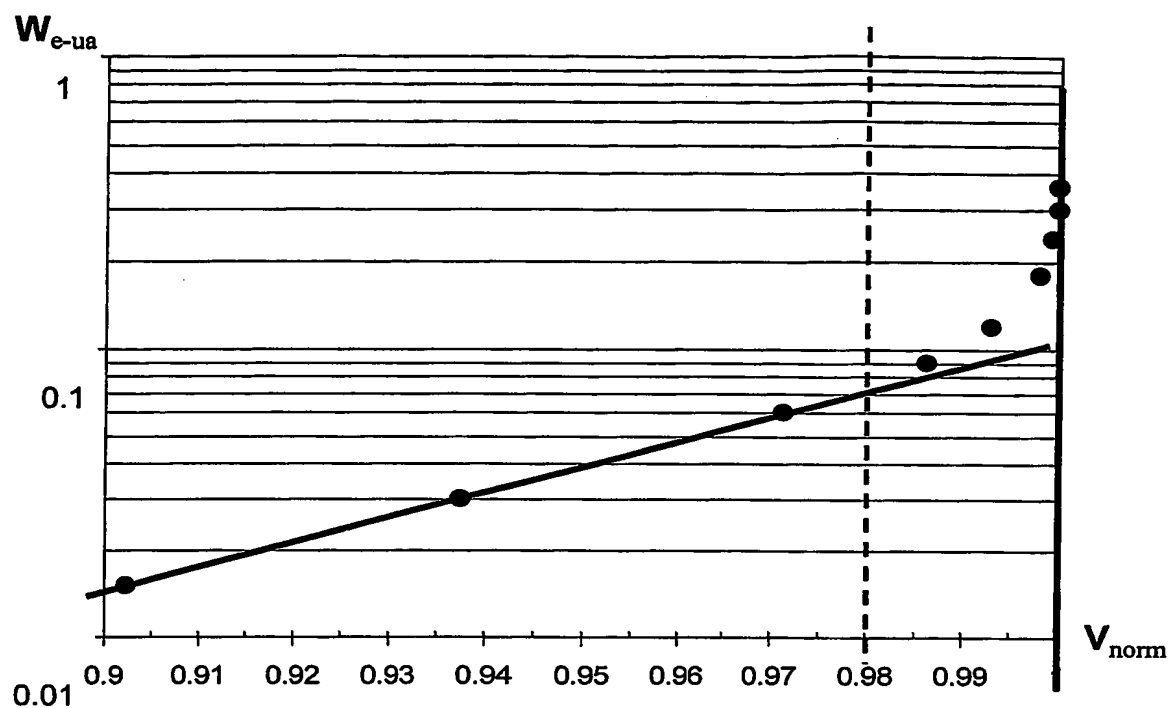
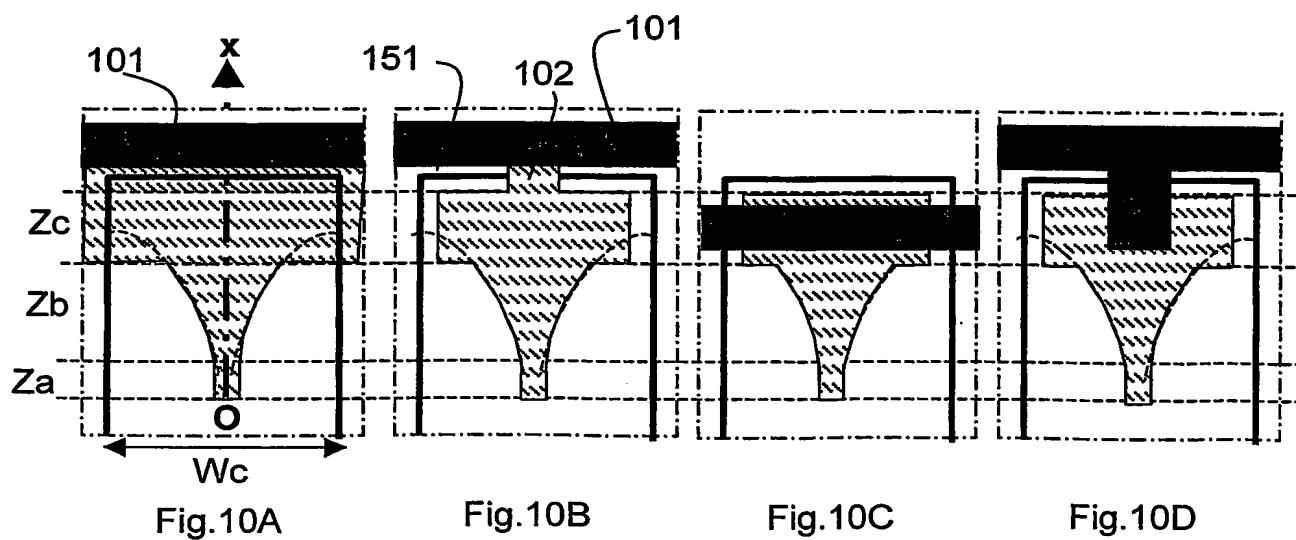
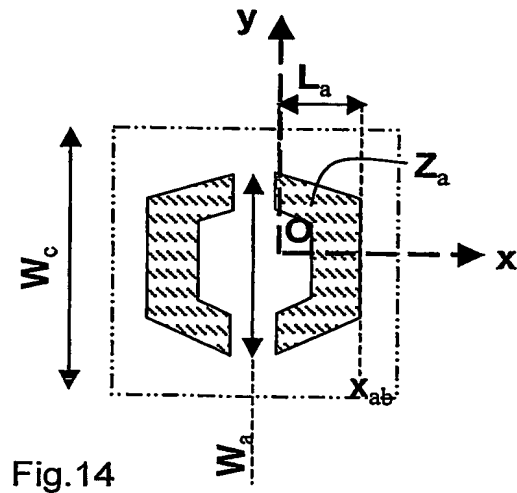
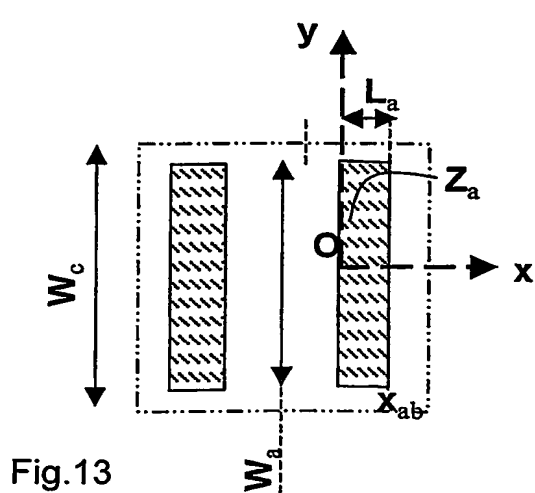
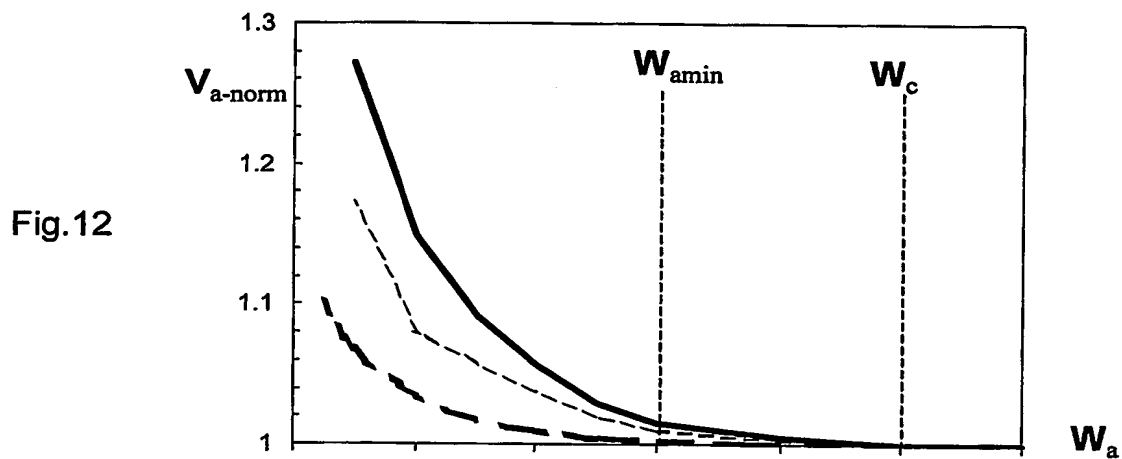
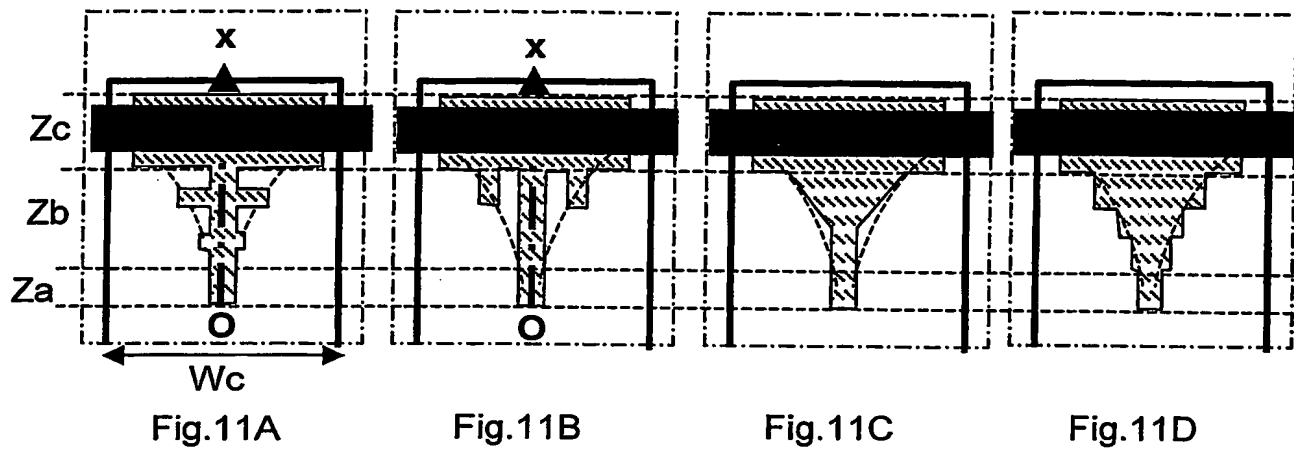


Fig.9







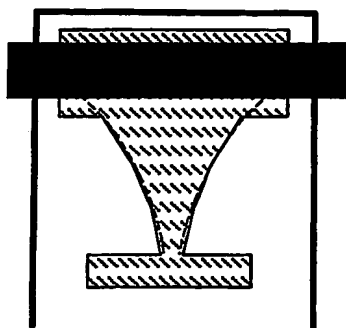


Fig. 15A

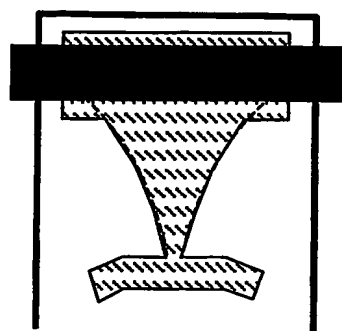


Fig. 15B

Fig. 16

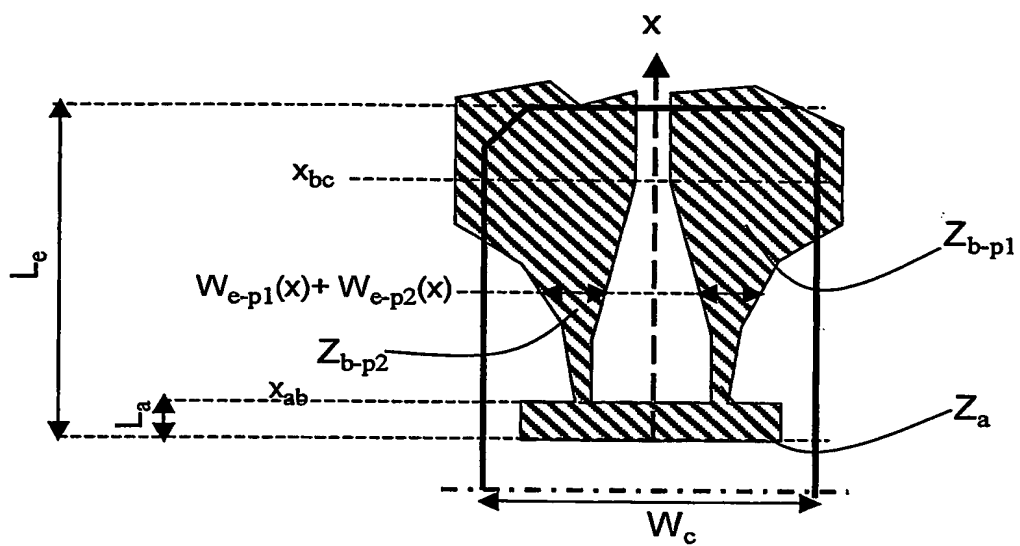
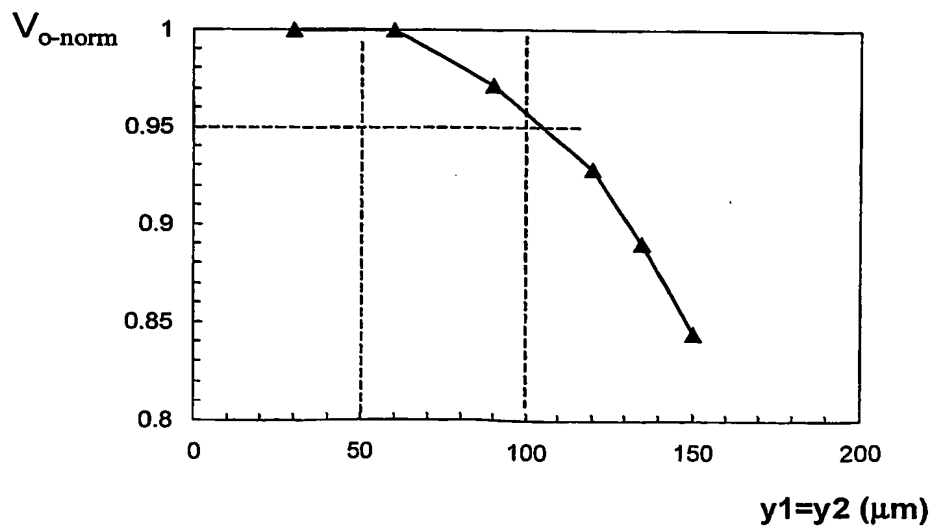
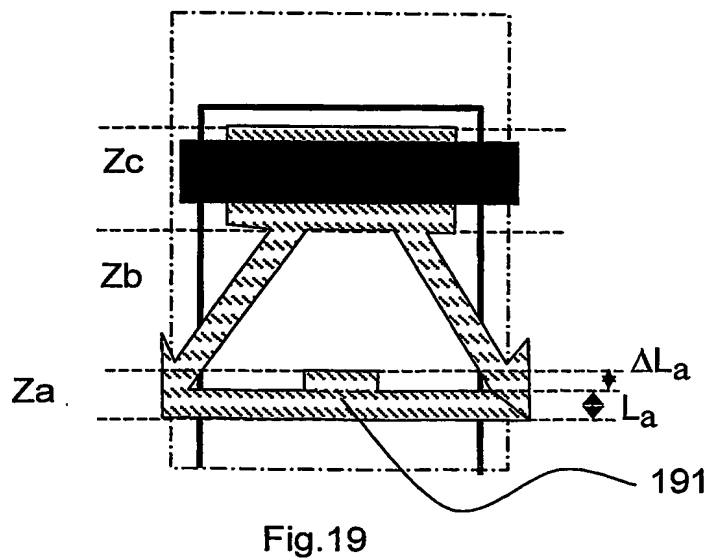
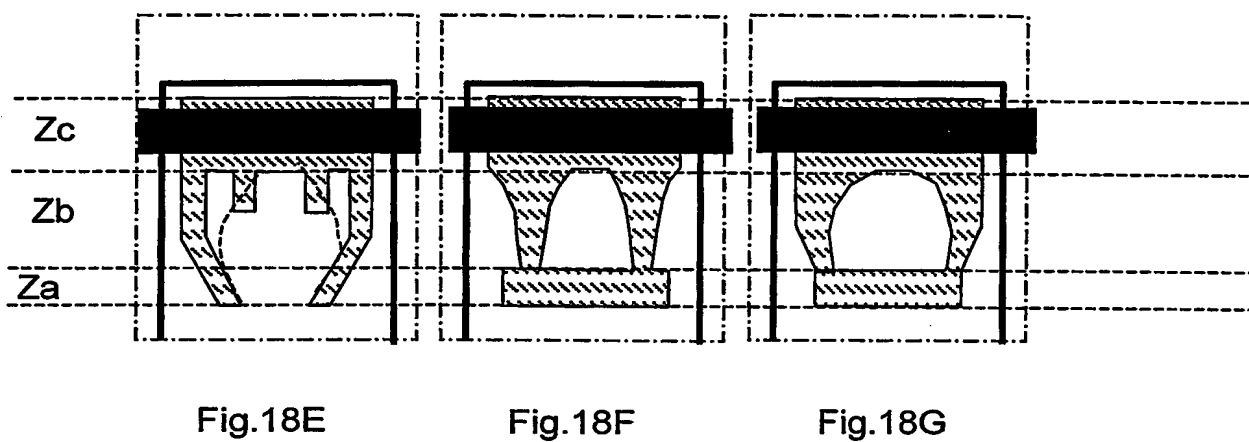
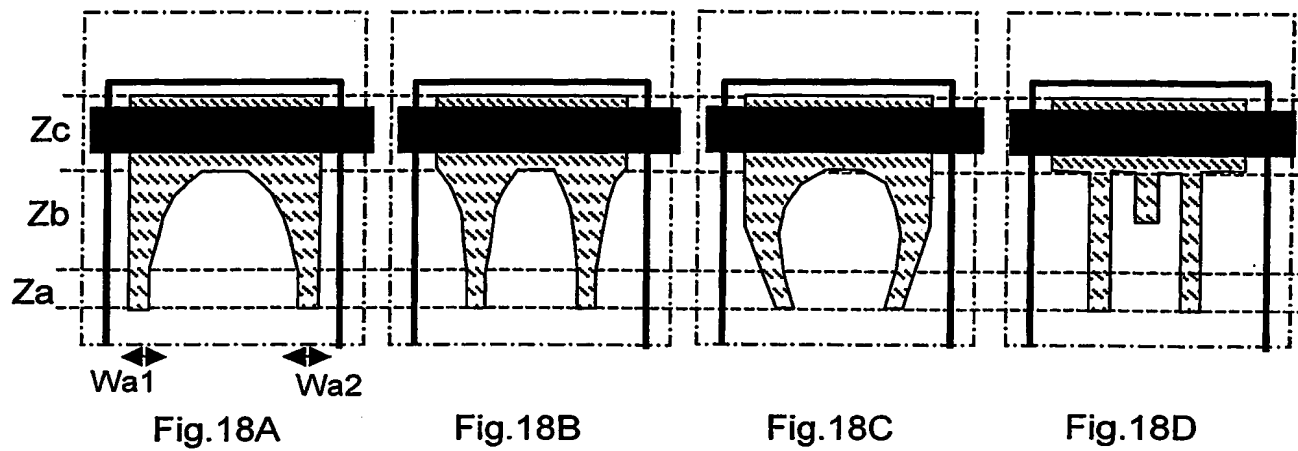


Fig. 17





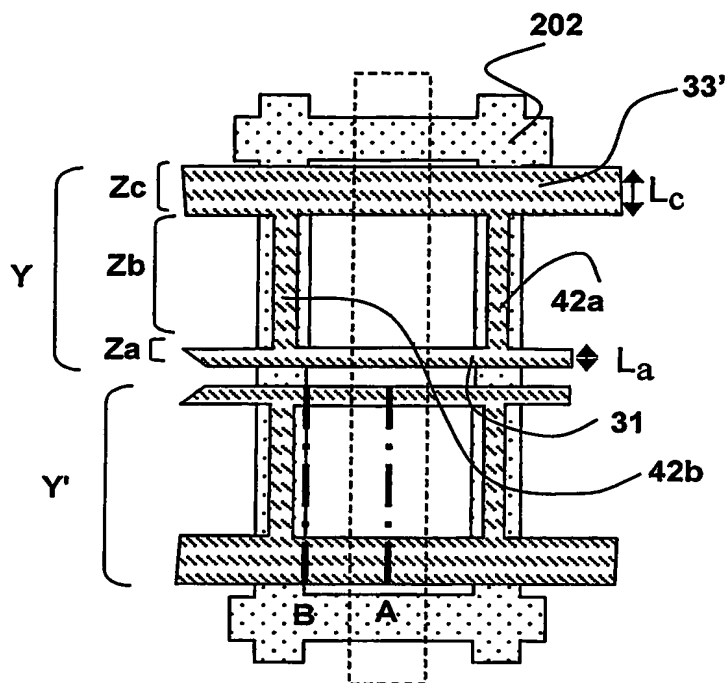


Fig.20A

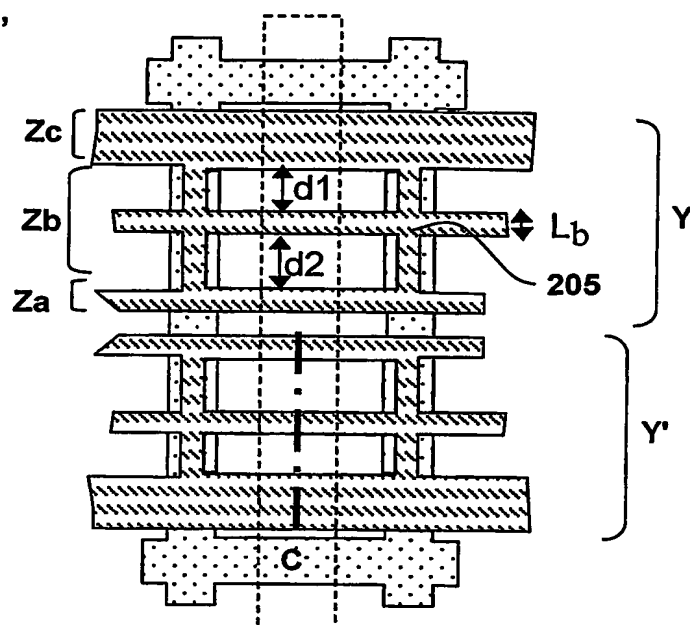


Fig.20B

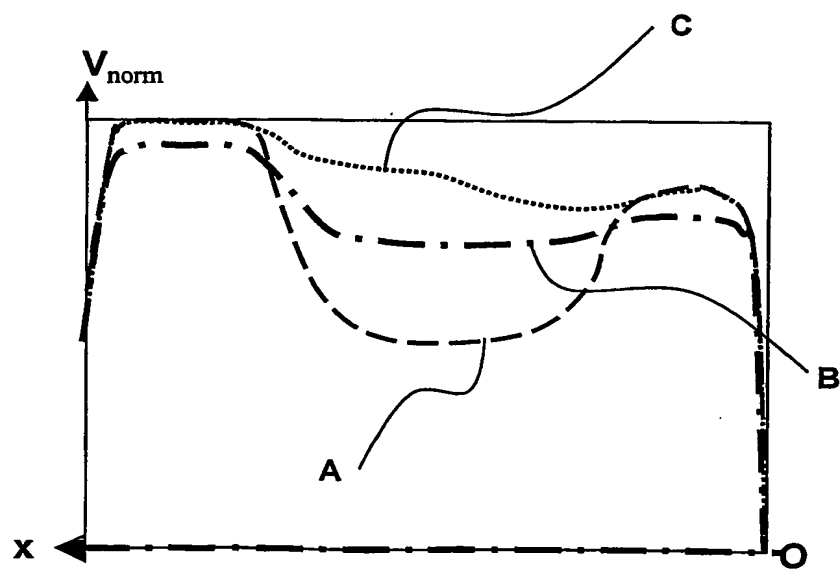


Fig.21